



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Påvirkning af grund- vand ved nedsivning af tømidler fra kunstgræs- baner

Miljøprojekt nr. 1935

December 2016

Redaktion: Miljøstyrelsen

Tekst:

Jens Asger Andersen, Orbicon

Kristina Buus Kjær, DHI

ISBN: 978-87-93529-92-2

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Indledning	4
1.1	Baggrund og formål	4
1.2	Typer af kunstgræsbaner og opbygning	4
1.2.1	Kunstgræs	5
1.2.2	Infill	5
1.2.3	Gummipad	6
1.2.4	Størrelse på kunstgræsbaner	6
1.3	Metode og datagrundlag	6
1.3.1	Spørgeskemabesvarelser	7
2.	Udviklingen i kunstgræsbaner	9
2.1	Udvikling i kunstgræsbaner	9
2.1.1	Forventede fremtidige kunstgræsbaner	11
2.2	Typer af kunstgræsbaner	11
2.3	Estimeret samlet antal kunstgræsbaner i Danmark	13
3.	Afvanding	14
3.1	Drænopbygning	14
3.2	Drænaflledning	15
3.3	Infiltration	17
4.	Anvendelse af tømidler	19
4.1	Typer af tømidler	19
4.2	Anvendelse af tømidler på kunstgræsbaner i Danmark	20
4.3	Forbrug af tømidler i 2015	21
4.4	Mekanisk snerydning	24
5.	Grundvandspåvirkning fra tømidler	25
5.1	Scenarier	25
6.	Effekt på udvaskning af miljøfremmede stoffer	29
6.1	Organiske tømidler betragtet som "miljøfremmede" stoffer.	29
6.2	Betydning af klorid som ligand / ionbytning med natrium	30
6.3	Ionstyrkeeffekter	31
6.4	pH effekter	32
7.	Konklusion	33
8.	Anbefalinger	34
9.	Referencer	36
	Bilag 1.Spørgeskema	39
	Bilag 2.Data fordelt på kommune	41
	Bilag 3.Estimat af antal kunstgræsbaner i DK	45

1. Indledning

1.1 Baggrund og formål

Kunstgræsbaner anlægges i et større antal rundt i kommunerne som supplement eller alternativ til traditionelle græsanlæg med henblik på at kunne reducere vedligehold og samtidig få baner der kan benyttes hele året. Banerne anlægges med forskellige former for dræning herunder bl.a. direkte nedsivning til grundvandet. Alternativt ledes vandet til kloak, dvs. enten separat regnvandsledning eller fælles ledning til rensning.

Vandkvaliteten i vand, der afstrømmer fra kunstgræsbaner, er tidligere belyst i bl.a. Lynettefællesskabet (2013) og Miljøstyrelsen (2008). Der er i drænvandet fundet en række metaller i lave-til-moderate koncentrationer og en række andre miljøfremmede stoffer i relativt lave koncentrationer. I prøver udtaget i vinterhalvåret og forår er der typisk høje koncentrationer af tømidler (natrium og klorid) grundet den forholdsvis kraftige saltning, der sker for at banerne kan anvendes i vinterhalvåret.

I forbindelse med etablering af nye baner er nogle kommuner opmærksomme på, at klorid kan udgøre en risiko for grundvandsressourcen og har i stedet påbudt anvendelsen af alternative tømidler, typisk formiat eller acetat baserede. Disse kan bl.a. ændre pH i afløbsvandet og dermed også ændre udvaskningsmulighederne for metaller, udover at give en påvirkning med organisk stof/iltforbrug. Saltning kan i visse tilfælde også have en effekt på udvaskning og mobilitet af andre stoffer.

Disse ting tilsammen er ikke - eller kun sporadisk - vurderet i forhold til jord- og grundvandspåvirkningen fra hverken enkeltanlæggene eller den samlede påvirkning på regions-/landsplan. Det er derfor usikkert, om den nuværende praksis omkring nedsivning er hensigtsmæssig, når man inddrager anvendelsen af tømidler i vinterperioden i vurderingen.

Formålet med dette projekt er at belyse risikoen for forurening af grundvandet fra alle anvendte tømidler med henblik på at komme med anbefalinger i forhold til fremtidig praksis ved anlægning og drift af kunstgræsbaner, hvor nedsivning anvendes som en del af vandhåndteringen.

1.2 Typer af kunstgræsbaner og opbygning

Der tales i dag overordnet om 2. og 3. generationsbaner samt hybridbaner. Forskellen i banerne ligger i opbygningen:

2. Generationsbaner: Kortere kunstgræsstrå (typisk 30 mm) med grus/sand som infill mellem stråene

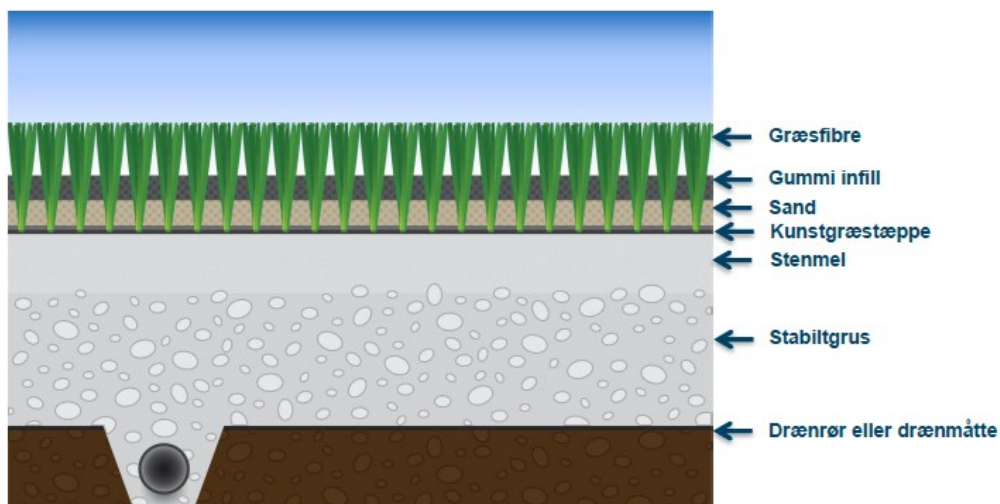
3. Generationsbaner: Længere kunstgræsstrå (40-60 mm) med elastisk og stabiliserende infill mellem stråene og eventuelt en elastisk måtte (pad) under kunstgræstæppet

Hybridbaner: Kunstgræsunderlag med naturligt græs sået oven på. Græstæppet består derved af et mix af naturgræs og kunstgræs. Infill af et organisk vækstlag

3. generationsbanerne adskiller sig fra 2. generationsbanerne ved, at græsstråene er betydelig længere samt at der mellem græsstråene er et elastisk infill typisk bestående af granuleret gummi. De affjedrende egenskaber af gummigranulatet i 3. generationsbanerne gør dem mere

velegnede til fodbold og andre sportslige aktiviteter end 2. generationsbanerne. De større kunstgræsbaner, der anlægges i dag, er derfor 3. generationsbaner. 2. generationsbanerne anlægges typisk som mindre baner i forbindelse med legepladser, institutioner og skoler, hvor de spilletekniske egenskaber ikke er helt så højt prioriteret (Lynettefællesskabet I/S, 2013).

Nederst er banens dræning omgivet af et drænende og bærende bundsikringslag og derpå et stabilgruslag; oven på dette et yderligere lag af finere grusmateriale, fx stenmel til afretning af overfladen, før et bundet bærelag (udstøbt gummimatte eller asfalt) evt. kan etableres. Og endelig selve kunstgræstæppet, der fyldes med kvartssand for stabilisering og for 3. generationsbaner gummigranulat for at opnå de ønskede fodboldfunktionelle egenskaber (Lynettefællesskabet I/S, 2013), jf. Figur 1.1.



Figur 1.1 Eksempel på opbygning af 3. generations kunstgræsbane. Lagenes materialer og tykkelser kan variere. (Lynettefællesskabet I/S, 2013).

1.2.1 Kunstgræs

Kunstgræsmåtter til fodboldbaner består som regel af plastfiberstrå af typen polyethylen (PE) fæstnet til et perforeret polypropylen- eller polyestervæv, som påføres en latexbaseret lim. Kunstgræsmåtter til anden anvendelse end fodboldbaner kan desuden bestå af polypropylen (PP) eller nylon/polyamid (PA) (Miljøstyrelsen, 2008).

1.2.2 Infill

Som infill mellem græsstråene findes der forskellige produkter på markedet, hvoraf ikke alle er lige anvendte (Miljøstyrelsen, 2008), (Lynettefællesskabet I/S, 2013):

- SBR: Genanvendt gummi fra slidbanen på dæk. Inhomogen blanding med meget forskellige typer bildæk. Består bl.a. af styren-butadien-gummi (SBR), naturgummi og butadiengummi
- PE-coated bildæksgranulat: Granulerede bildæk coated med polyethylen, som ifølge leverandøren skulle reducere afgivelsen af stoffer fra SBR-gummiet. Bruges også som basis for gummipads
- Gråt og grønt industrigummi: Forskellige industrielle restprodukter fra produktionen af fx dørmåtter, dør- og vindueslister eller skosåler. Det er ikke nærmere specificeret, hvilke typer gummi det består af
- EPDM: Ethylen-Propylen-Dien-Monomer gummi med mættet hovedkæde (god vejrbestandighed, ingen antiozonanter, reduceret indhold af antioxidant). Evt. vulkaniseret (peroxid eller svovl) og typisk farvet. Der findes mange sammensætninger af EPDM
- TPE: ThermoPlastisk Elastomer. Kan være mange forskellige blandinger af syntetisk gummi og naturgummi

- Kork- og kokosfibre: Naturprodukt af enten kork eller kokos eller en kombination
- Coated sand: Coated med elastomer eller PE
- Kvaltssand

1.2.3 Gummipad

Mellem gruset og kunstgræstæppet kan udlægges en elastisk, stødabsorberende gummi- eller skummåtte (elayer/shockpad/shockfoam), som kan støbes på stedet eller udlægges som præ-fabrikerede måtter. Den stødabsorberende måtte kan være fremstillet af fx SBR eller EPDM gummigranulat sammenlimet med polyurethan eller som skummåtter af fortrinsvist polyurethan eller polyethylene.

1.2.4 Størrelse på kunstgræsbaner

I Tabel 1.1 er vist standardmål på fodboldbaner i Danmark for børne- og ungdomsfodbold (minibaner og 5- til 11-mands baner). 5-, 7/8- og 9-mands baner anvendes fortrinsvis til børn- og ungefodbold.

De formelle mål på en officiel 11-mands fodboldbane er 90-120 meter x 45-90 meter, hvorfor spillearealet kan variere fra 4.050 til 10.800 m² (DBU, 2016b).

Tabel 1.1 Standardstørrelser på fodboldbaner i Danmark for børne- og ungdomsfodbold (DBU, 2016), (DBU, 2016a), (UNO, 2013)

Banetype	Standard spilleareal	Standardmål
Minibane	200 m ²	10 x 20 m*
5-mands bane	1.200 m ²	40 x 30 m
7/8-mands bane	3.570 m ²	68 x 52,5 m
9-mands bane	4.680 m ²	72 x 65 m
11-mands bane	7.150 m ²	105 x 68 m

* Der er ingen officielle mål for minibanerne, som kan variere i størrelse fra 50 m² (5 x 10 m) til 800 m² (20 x 40 m). DBU har sammen med UNO Koncept A/S udviklet en multibane, hvor standardstørrelsen er 10 x 20 m (UNO, 2013).

Udover selve spillearealet vil der typisk være et omkringliggende areal belagt med kunstgræs til fx linjevogtere, opvarmning og tilskuere. Kunstgræsarealet af en 11-mands fodboldbane kan derfor være helt op til 11-12.000 m².

1.3 Metode og datagrundlag

Som grundlag for vurdering af tømidlernes påvirkning af jord og grundvand er der via en spørgeskemaundersøgelse indsamlet information om kunstgræsbaner og anvendelse af tømidler i Danmark. Følgende informationer om banerne er indhentet fra kommuner, halinspektører og producenter i Danmark:

- Identifikation af banen (fx banenavn, klubnavn og/eller adresse)
- Årstal for etablering af banen
- Størrelse af kunstgræsbanen (m²). For de baner, hvor kommunen ikke har haft information om størrelsen i kvadratmeter men i stedet har oplyst, om det er en 5-mands, 7/8-mands, 9-mands eller 11-mands bane er der taget udgangspunkt i følgende kvadratmeter: 1.200 m², 3.600 m², 4.700 m² og 7.200 m² (jf. Tabel 1.1)
- Type af infill (fx sand, SBR-gummi (bildæk), EPDM, TPE, kork/kokos, hybridbane) og underlag (fx grus, gummipad, XPE-foam, polyolefinskum)
- Drænopbygning (fx ingen dræn, drænrør eller drænmåtte)
- Drænaflledning (ved nedsivning via faskine eller regnbed, aflledning til regnvandskloak, aflledning til spildevandskloak eller direkte udledning til vandområde)

- Type og mængde af anvendte tømidler (fx NaCl, MgCl, CaCl₂, calcium magnesium acetat (CMA), natriumformiat eller ingen tømiddel). Det er valgt at opgive mængden af tømiddel i 2015
- Anvendelse af mekanisk snefjernelse
- Monitoringsdata på drænvandet
- Planer om fremtidige kunstgræsbaner

Det anvendte spørgeskema er vedlagt i Bilag 1.

Spørgeskemaet er sendt ud til kommunale sagsbehandlere og halinspektører i landets kommuner og idrætsklubber via følgende netværk:

- EnviNas¹ Jord- og grundvandsgruppe (202 medlemmer)
- EnviNas Grundvandsgruppe (141 medlemmer)
- EnviNas to Spildevandsgrupper (161 medlemmer)
- Miljø- og Planchefer samt udvalgte sagsbehandlere i BIOFOS' 15 oplandskommuner i Hovedstadsområdet
- Halinspektørforeningens² medlemmer
- Groundsman Association Denmark's³ medlemmer

Oplysningerne er blevet suppleret med informationer om beliggenhed og størrelse af kunstgræsbaner opgjort på DBU's oversigt over 3. generations kunstgræsbaner i Danmark fra januar 2014 (DBU, 2014). Heri indgår ikke oplysninger om drænforhold og tømidler.

Oprindeligt var der også planlagt afholdt et seminar med hal-inspektører, men denne del er erstattet med en udvidelse af spørgeskema indsamlingen.

1.3.1 Spørgeskemabesvarelser

Spørgeskemaet er sendt til landets 98 kommuner. I Tabel 1.2 og Figur 1.1 er vist spørgeskemabesvarelser og svarprocent for de 98 kommuner fordelt på landets fem regioner. Samlet for hele landet var svarprocenten 34 %, mens den højeste svarprocent blev opnået i Region Hovedstaden med 55 %.

Tabel 1.2 Antal spørgeskemabesvarelser og svarprocent fordelt på regioner.

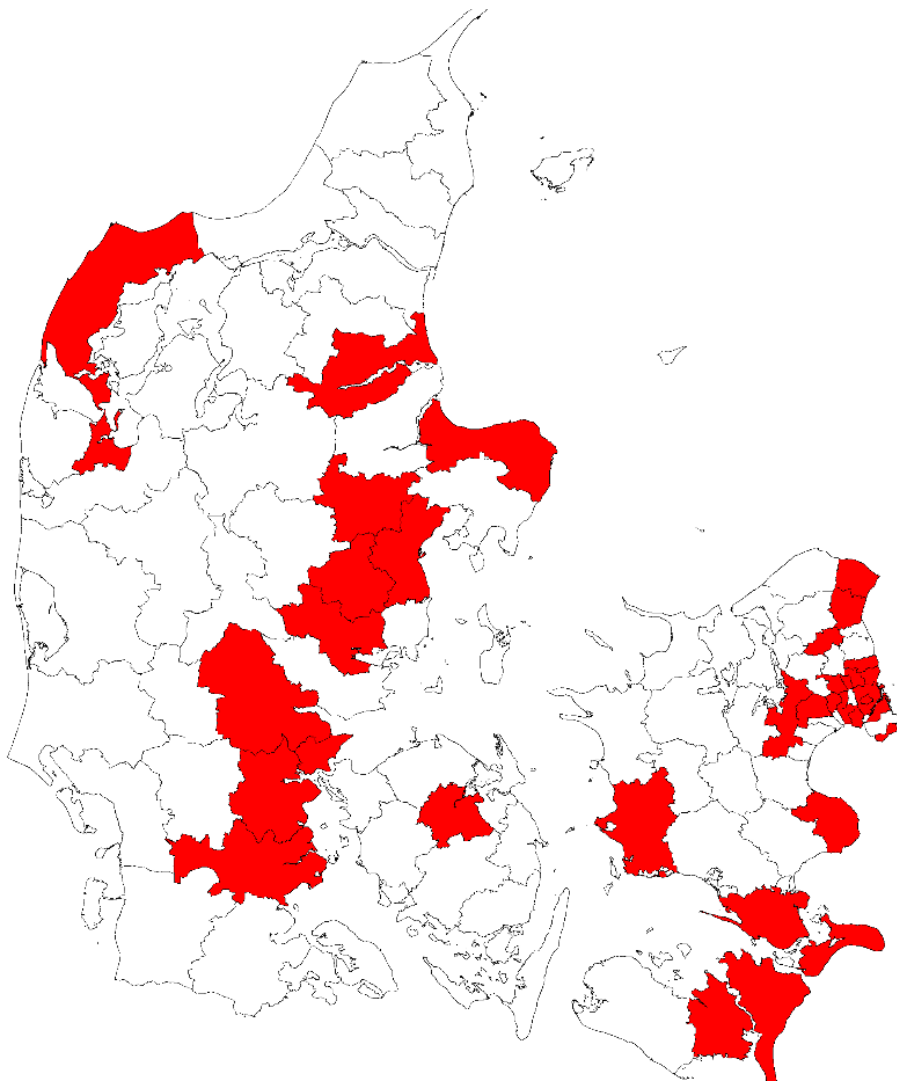
Region	Antal kommuner	Antal besvarelser	Svarprocent
Hovedstaden	29	16	55
Sjælland	17	5	29
Syddanmark	22	5	23
Midtjylland	19	6	32
Nordjylland	11	2	18
Total	98	34	34

Den geografiske fordeling på Figur 2.1 viser en forholdsvis høj tilbagemelding fra de arealmæssigt små kommuner nær hovedstaden, og en tilsvarende lavere tilbagemelding fra landkommuner på både Sjælland, Fyn og i Jylland.

¹ EnviNa er Foreningen af miljø-, plan- og naturmedarbejdere i det offentlige (www.envina.dk)

² Halinspektørforeningen er organisation for ledende medarbejdere i Idræts-, Kultur- og Fritidssektoren (<http://h-i.dk/>). Medlemmerne fordeler sig ca. med 50% kommunalt ansatte og 50% ansatte i selvejende/private anlæg.

³ Groundsman Association Denmark er forening af groundsman (personer med daglig ansvar for pleje af boldbaner eller lignende græsarealer) i Danmark (www.groundsman.dk)



Figur 1.2 Den geografiske fordeling af de kommuner som har svaret.

I alt er der meldt informationer ind om 316 kunstgræsbaner i Danmark via spørgeskemaundersøgelsen ekskl. planer om fremtidige baner.

En væsentlig andel af spørgeskemabesvarelserne har ikke været fyldestgørende på grund af manglende oplysninger i kommunerne omkring kunstgræsbanernes opbygning, drænforhold og/eller anvendelsen af tømidler. Dette er kommenteret løbende i de efterfølgende kapitler.

2. Udviklingen i kunstgræsbaner

Antallet af kunstgræsbaner i Danmark er steget hastigt de seneste 10-12 år, men der er ikke et samlet overblik over antallet af kunstgræsbaner i Danmark. Tilbagemeldingerne fra de 34 kommuner i spørgeskemaundersøgelsen er blevet suppleret med oplysninger fra DBU's oversigt over 11-mands 3. generationsbaner i Danmark. DBU har indtil 2014 årligt opdateret en oversigt over 11-mands 3. generations kunstgræsbaner i Danmark (DBU, 2014).

I januar 2014 var der angivet 202 baner på oversigten (DBU, 2014). Dertil kommer alle 5-, 7/8- og 9-mandsbaner samt 2. generationsbaner, hvor infill'et alene består af kvartssand. Disse baner er ikke opgjort på DBU's oversigt.

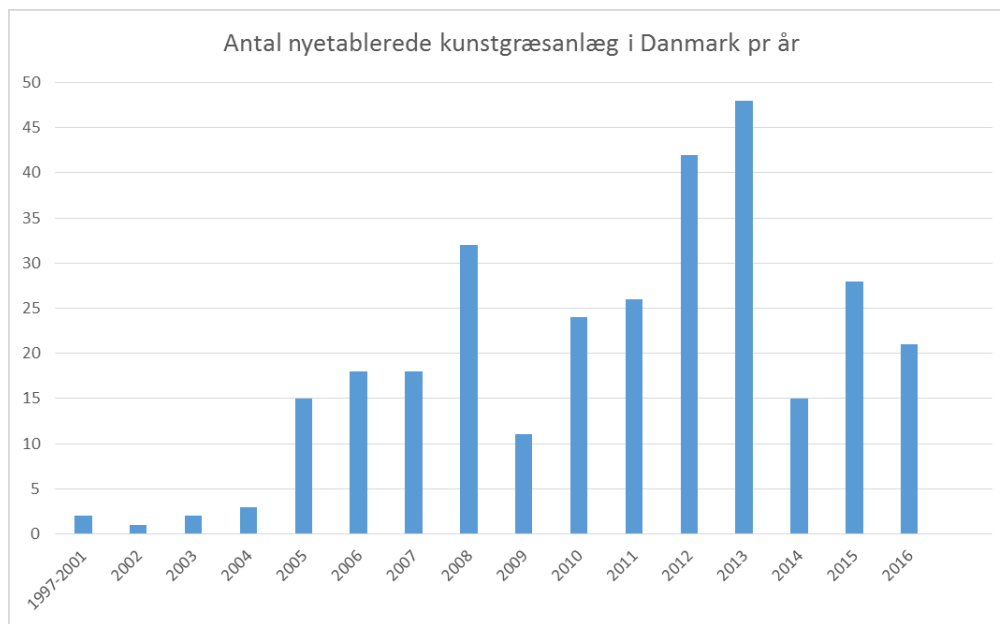
I alt er 98 kunstgræsbaner fra DBU's oversigt blevet tilføjet til dataene i denne spørgeskemaundersøgelse. Da den præcise størrelse af banerne ikke er opgjort, er der taget udgangspunkt i, at alle banerne er 7.200 m². Hvor der er oplyst typen af infill i DBU's oversigt, er dette medtaget i dataene. For den del af banerne, hvor typen af infill ikke er angivet, er det vurderet, at det højst sandsynligt er SBR-infill ud fra viden om den typiske anvendte type infill.

2.1 Udvikling i kunstgræsbaner

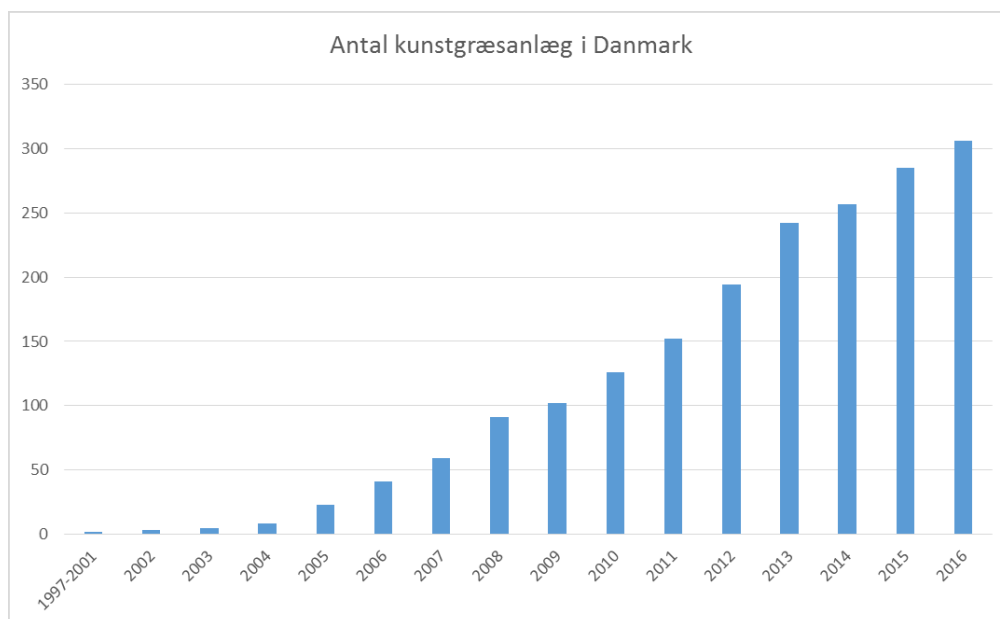
I perioden fra 1997 til 2004 er der registreret etablering af i alt 8 kunstgræsbaner i Danmark. Fra 2005 tager udviklingen fart, og fra 2005 frem til i dag er der sket en stigning i antallet af nyetablerede kunstgræsbaner om året således, at der i perioden 2005-2016 er registreret mellem 11 og 48 nye kunstgræsbaner pr. år, jf. Figur 2.1.

I 2016 er der 306 registrerede kunstgræsbaner i Danmark (plus 10 kunstgræsbaner, hvor etableringsåret ikke er kendt), jf. Figur 2.2. Dertil kommer kunstgræsbaner i de kommuner, som ikke har besvaret spørgeskemaundersøgelsen, og som samtidig ikke fremgår af DBU's oversigt over 3. generationsbaner fra 2014. Det vil sige, at 2. generationsbaner generelt ikke er registreret på nær i Gladsaxe, Brøndby og Gentofte kommuner samt 3. generationsbaner etableret i 2014-2016 i de 64 kommuner, som ikke har besvaret spørgeskemaet.

Den manglende registrering i DBU af nyetablerede kunstgræsbaner fra 2014 og frem kan være en af årsagerne til, at antallet af registrerede nyetablerede kunstgræsbaner falder fra 48 i 2013 til 15-28 i 2014-2016, jf. Figur 2.1.



Figur 2.1 Antal registrerede nyetablerede kunstgræsbaner i Danmark i perioden 1997-2016.



Figur 2.2 Udvikling i antal kunstgræsbaner i Danmark i perioden 1997 til 2016.

I Tabel 2.1 er de registrerede kunstgræsbaner fordelt på de fem regioner i Danmark. Region Hovedstaden er med 178 registrerede kunstgræsbaner og ca. 890.000 kvadratmeter kunstgræsbaner den region med flest anlæg og færrest antal indbyggere pr. kunstgræsbane. Region Hovedstaden står således for ca. 56 % af de registrerede kunstgræsbaner i Danmark. Dog er Region Hovedstaden også den region med den højeste svarprocent på spørgeskemaundersøgelsen på 55 %, jf. Tabel 2.1.

På DBU's oversigt over 3. generations kunstgræsbaner i Danmark er 78 ud af i alt 202 kunstgræsbaner beliggende i Region Hovedstaden (DBU, 2014). Det svarer til ca. 39%. De øvrige regioner forventes derfor at være underrepræsenterede i nedenstående Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fordeling af kunstgræsbaner (antal og kvadratmeter) i de fem regioner samt antal indbyggere pr. bane. Desuden er den samlede svarprocent på spørgeskemaundersøgelsen angivet for den enkelte region.

Region	Antal kunstgræsbaner	Antal kvm kunstgræsbaner	Antal indbyggere	Indbyggere pr. bane	Svarprocent
Hovedstaden	178	887.220	1.800.000	10.112	55
Sjælland	32	269.225	820.000	25.625	29
Syddanmark	46	324.518	1.200.000	26.087	23
Midtjylland	45	375.544	1.300.000	28.889	32
Nordjylland	15	104.000	580.000	38.667	18
Hele Danmark	316	1.960.505	5.700.000	18.038	35

2.1.1 Forventede fremtidige kunstgræsbaner

Elleve kommuner (Brøndby, Høje Taastrup, København, Aarhus, Mariagerfjord, Frederiksberg, Glostrup, Helsingør, Slagelse, Roskilde, Kolding og Fredericia) har meldt tilbage, at der er planer eller ønsker om i alt 31 yderligere kunstgræsbaner i perioden 2017-2021.

I perioden 2005-2016 er der i gennemsnit etableret 25 kunstgræsbaner eller ca. 122.000 kvadratmeter kunstgræs om året. Tages der udgangspunkt i, at denne udvikling fortsætter, vil der inden for de næste 5 år blive etableret ca. 125 yderligere baner svarende til et samlet antal på ca. 440 baner (udover de baner, som ikke er registreret). På et tidspunkt forventes det, at markedet for nye kunstgræsbaner i Danmark vil være mættet, men det er generelt opfattelsen blandt leverandører og kommuner, at dette punkt ikke er nået endnu.

2.2 Typer af kunstgræsbaner

I Tabel 2.2 og Figur 2.3 er fordelingen af typen af infill på kunstgræsbaner i spørgeskemaundersøgelsen vist.

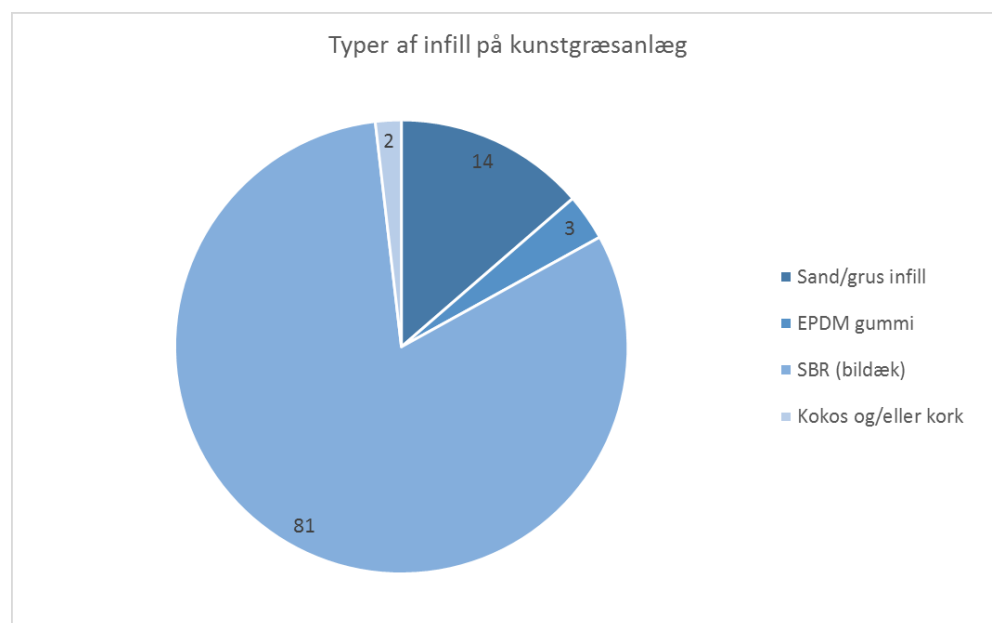
Til 3. generationsbanerne anvendes der forskellige typer af infill, som typisk består af gummi. Helt overvejende anvendes genanvendt SBR gummi fra bildæk. I spørgeskemaundersøgelsen er 81 % af kunstgræsbanerne anlagt med SBR gummi, jf. Figur 2.3. Ses der udelukkende på 3. generationsbanerne (dvs. ekskl. 2. generationsbaner), hvor der er kendskab til typen af infill, er dette tal oppe på 94 % af banerne, som indeholder SBR-infill.

Ifølge litteraturen er den helt overvejende del af etablerede kunstgræsbaner anlagt med genanvendte, granulerede bildæk (SBR) som infill - 98% i Danmark i 2008 (Miljøstyrelsen, 2008) og 90% i Norge i 2012 (Klima- og Forurensningsdirektoratet, 2012).

Generelt er der begrænset viden omkring 2. generationsbanerne i Danmark. Disse kunstgræsbaner anlægges typisk som mindre baner i forbindelse med legepladser, skoler og institutioner og det er sjældent, at der bliver søgt om tilladelse til anlæg og afledning af drænvand fra disse baner, hvorfor kommunerne typisk ikke har kendskab til dem.

Hybridbaner er et forholdsvist nyt fænomen, hvorfor der ikke er oplysninger fra spørgeskemaundersøgelsen om eksisterende hybridbaner i Danmark.

Kun en meget lille andel af banerne er anlagt med et alternativt infill til SBR. Ca. 3 % af banerne er anlagt med EPDM-gummi, mens ca. 2 % er anlagt med kork/kokos som infill.



Figur 2.3 Fordeling af typen af infill på kunstgræsbaner i spørgeskemaundersøgelsen, hvor infill-typen er kendt.

For 14 % af kunstgræsbanerne i spørgeskemaundersøgelsen er der ikke kendskab til infill typen, jf. Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fordeling af typer af infill materialer på kunstgræsbaner i spørgeskemaundersøgelsen.

Type infill materiale	Antal kunstgræsbaner	% fordeling
SBR gummi (genanvendte bildæk)	220	70
Sand/grus infill	37	12
EPDM gummi/gråt industrigummi	9	3
Kokos og/eller kork	5	2
Ukendt materiale	45	14
Sum	316	100

Som de eneste kommuner har Gentofte, Gladsaxe, Brøndby og Københavns kommuner et overblik over antallet af mindre (<4.000 m²) kunstgræsbaner beliggende ved skoler, institutioner og idrætsanlæg. Der er ikke kendskab til typen af infill på alle disse baner, men de er typisk 2. generation kunstgræsbaner med infill af sand.

Der er totalt registreret 29 kunstgræsbaner i Gentofte Kommune, hvoraf 14 er 3. generation kunstgræsbaner. De resterende 15 baner er mindre baner på 190-3.375 m² beliggende ved skoler, institutioner og idrætsanlæg. Disse er højst sandsynligt 2. generations kunstgræsbaner.

Der er totalt registreret 13 baner i Gladsaxe Kommune, hvoraf fire er 3. generation kunstgræsbaner. De resterende ni baner er mindre 2. generation kunstgræsbaner på 100-1.125 m² beliggende ved skoler og institutioner, jf. Tabel 2.3.

Der er totalt registreret 16 baner i Brøndby Kommune, hvoraf seks er 3. generation kunstgræsbaner. De resterende ti baner er mindre 2. generations kunstgræsbaner på 45-555 m² beliggende ved skoler og institutioner, jf. Tabel 2.3.

Der er totalt registreret 43 baner i Københavns Kommune, hvoraf 33 er 3. generationsbaner. De resterende ti baner er mindre 2. generations kunstgræsbaner på 200-3.600 m² beliggende ved skoler, institutioner og offentlige parker, jf. Tabel 2.3.

De registrerede 2. generations kunstgræsbaner med infill af sand udgør 23-69 % i de fire kommuner med en middel på 52 %. Det må forventes, at der er en væsentlig andel af 2. generation kunstgræsbaner i de øvrige kommuner, som ikke er registreret, idet den samlede andel af 2. generation kunstgræsbaner i denne undersøgelse kun er 9 %, jf. Figur 2.3.

Tabel 2.3 Fordeling af antallet af henholdsvis 2. generations baner og 3. generations baner <4.000 m² og >4.000 m² i Gentofte, Gladsaxe, Brøndby og Københavns kommuner registreret i denne spørgeskemaundersøgelse.

Kommune	2G baner*		3G baner (<4.000 m ²)		3G baner (>4.000 m ²)	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%
Brøndby	10	63	1	6	5	31
Gentofte	15	52	4	14	10	34
Gladsaxe	9	69	1	8	3	23
København	10	23	9	21	24	56

* Inkl. baner (<4.000 m²) af ukendt type

2.3 Estimeret samlet antal kunstgræsbaner i Danmark

Samlet set giver DBU's liste og denne spørgeskemaundersøgelse ikke det fulde billede over antallet af kunstgræsbaner i Danmark. Der er derfor i Bilag 3 givet et estimat over antallet af kunstgræsbaner i Danmark på baggrund af oplysningerne i de to lister.

Samlet set er der kortlagt i alt 316 kunstgræsbaner i Danmark i denne spørgeskemaundersøgelse samt på DBU's liste, heraf er de 238 3. generations kunstgræsbaner (>4.000 m²). Hvis de indsamlede oplysninger generaliseres ud på alle landets kommuner, forventes det, at det samlede antal af kunstgræsbaner (både 2. og 3. generations baner) i Danmark er ca. 800, hvoraf ca. 290 er 3. generations kunstgræsbaner (>4.000 m²).

3. Afvanding

3.1 Drænopbygning

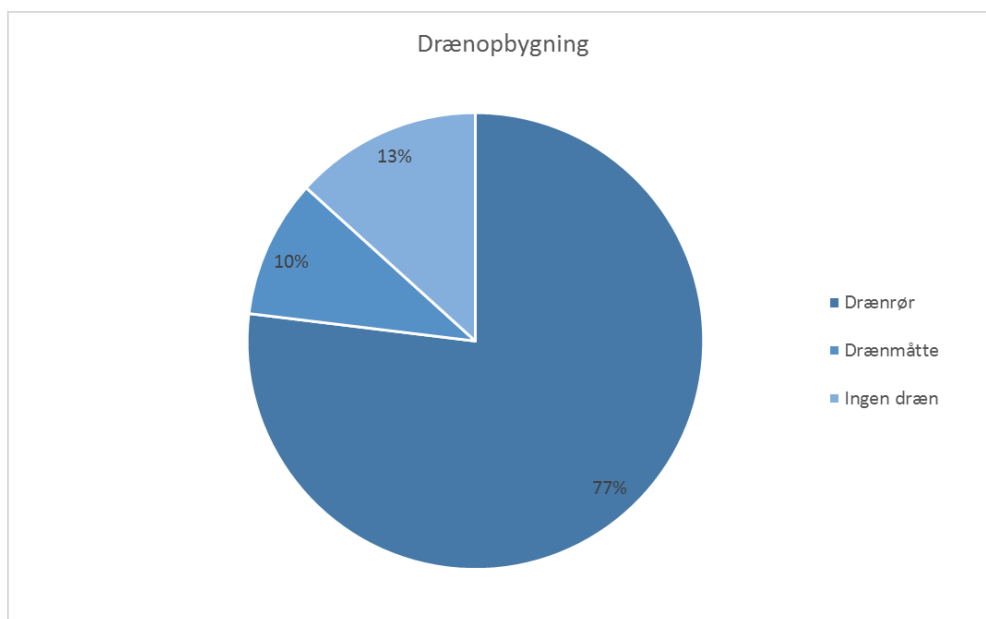
Kunstgræsbaner er typisk konstrueret med et drænsystem med henblik på at lede regnvand væk fra banerne. Drænsystemet etableres nederst under banens øvrige lag af kunstgræstæppe, infill, gummipad, grus- og sandlag og kan opbygges som:

- Perforerede drænrør oftest med 5-6 meters afstand omgivet af filtermateriale. Afhængig af bl.a. jordens hydrauliske egenskaber, grundvandsstanden og drænrørens afstand vil en del af det nedsivende regnvand blive opsamlet og ledt bort i drænene til fx faskine, direkte udledning til vandområde eller til offentlig regn- eller spildevandsledning. Den øvrige del af det nedsivende regnvand vil infiltreres til grundvandet
- Drænmåtter/membraner typisk af polypropylen og polyethylene-materialer, der udlægges som et ikke-vandgennemtrængeligt lag, som forhindrer infiltration til grundvandet. Drænvan- det opsamles og ledes bort til fx direkte udledning til vandområde eller til offentlig regn- eller spildevandsledning evt. med forsinkelse i bassin
- Faskine med bassinvolumen under banen, hvor jordbunden er egnet til det

Drænmåtter anvendes typisk på kunstgræsbaner, hvor der ikke ønskes infiltration til grundvan- det fx i områder med særlige drikkevandsinteresser. De kan dog også anvendes for at undgå opstigende grundvand på kunstgræsbaner, som ligger i områder med høj grundvandsstand.

Nødvendigheden af drænsystemer under kunstgræsbanerne afhænger bl.a. af den underlig- gende jords hydrauliske egenskaber. På en meget sandet jord har drænsystemet begrænset effekt, og det vil ofte ikke være relevant med et drænsystem under banen (Gladsaxe Kommune, 2016).

Af de 316 registrerede kunstgræsbaner i denne undersøgelse er de 110 kunstgræsbaner etab- leret med drænrør, mens 14 er etableret med drænmåtte og 19 kunstgræsbaner ikke har et drænsystem. For langt de fleste kunstgræsbaner (173 baner svarende til 55 %) er der ikke kendskab til drænsystemets opbygning, jf. Figur 3.1.



Figur 3.1 Opbygning af drænsystemer under kunstgræsbaner i spørgeskemaundersøgelsen, hvor drænopbygningen er kendt.

Tabel 3.1 viser, at der ikke er de store regionale forskelle i, hvordan drænsystemet opbygges under kunstgræsbanerne. I Region Hovedstaden, Region Sjælland og Region Midtjylland er mellem 36 og 44 % af banerne konstrueret med drænrør, mens 2-4 % af banerne ikke er konstrueret med et drænsystem.

Drænmåtter er anvendt på 4-9 % af banerne i Region Hovedstaden, Syddanmark og Midtjylland. I Region Sjælland og Region Nordjylland er der ikke registreret kunstgræsbaner med drænmåtter. I Region Syddanmark og Region Nordjylland er kendskabet til drænsystemet under banerne generelt mangelfuldt.

Tabel 3.1 Opbygning af drænsystemer under kunstgræsbaner fordelt på regioner.

Region	Antal baner	Drænrør		Drænmåtte		Ingen dræn		Ukendt	
		Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%
Region Hovedstaden	178	65	37	7	4	17	10	89	50
Region Sjælland	32	14	44	0	0	1	3	17	53
Region Syddanmark	46	11	24	4	9	0	0	31	67
Region Midtjylland	45	16	36	3	7	1	2	25	56
Region Nordjylland	15	1	7	0	0	0	0	14	93

3.2 Drænafledning

Det opsamlede drænvand fra kunstgræsbanerne bortledes på forskellig vis afhængig af de tilgængelige muligheder i området:

- Direkte infiltration til grundvand enten via faskine/regnbed eller fordi banen ikke har drænsystem
- Direkte udledning til nærliggende vandområde
- Udledning til vandområde via offentlig regnvandsledning
- Afledning til renseanlæg via offentlig spildevandsledning

Er drænsystemet bygget op af drænrør, vil drænaflødningen være en kombination af infiltration til grundvandet og bortledning via én af de øvrige muligheder, da drænrørene ikke opsamler al det nedsivende regnvand. Infiltrationen vil være afhængig af faktorer som jordbundens hydrauliske ledningsevne, porøsiteten af kunstgræsbanens materialer og drænrørenes afstand. I Tabel 3.2 er vist resultater fra en modellering af en generisk vandbalance for kunstgræsbaner under forskellige jordbundsforhold og med forskellig porøsitet af materialer og drænrørsafstand (3-7 meter). På almindelige moræneler vil 40-52 % af nedbøren infiltreres til grundvandet afhængig af drænrørenes afstand og materialernes porøsitet (Gladsaxe Kommune, 2016).

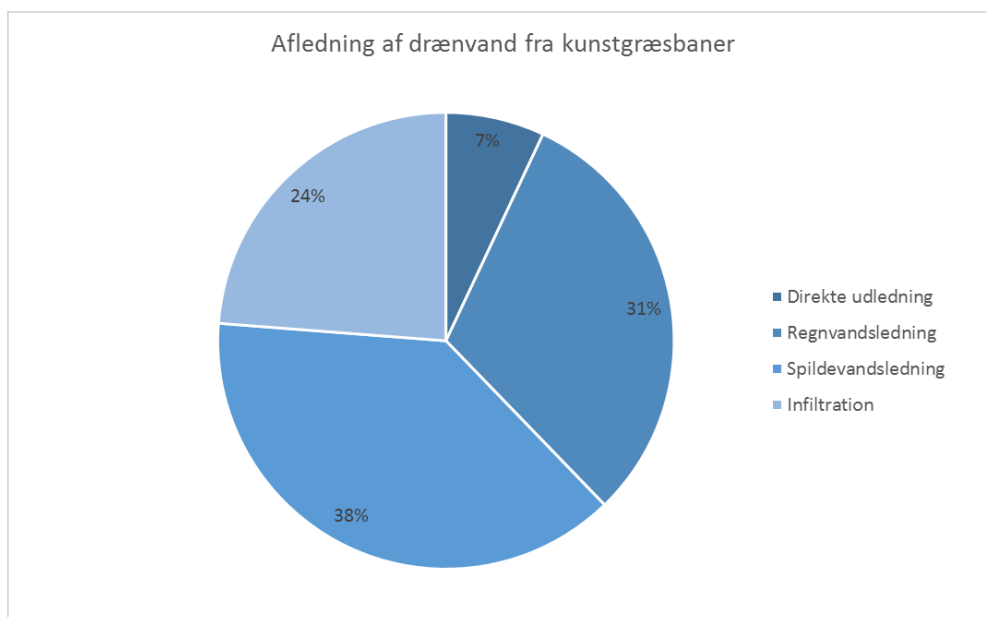
Tabel 3.2 Modelleret fordeling af nedbøren på fordampning, infiltration og drænflow for kunstgræsbaner under forskellige jordbundsforhold. Variationen af infiltrationen er afhængig af materialernes porøsitet og drænrørenes afstand (3-7 meter) (Gladsaxe Kommune, 2016).

Jordbund	Hydraulisk ledningsevne (m/s)	Fordampning (%)	Infiltration (%)	Drænflow (%)
Komprimeret moræneler	1.00E-09	26	1,4-4,6	70-73
Tæt moræneler	1.00E-08	26	10-28	46-64
Almindelig moræneler	1.00E-07	26	40-52	10-34
Blandet sand og ler	1.00E-06	26	71-74	0,2-3,5
Smeltevandssand	1.00E-05	26	74	0

Drænvandet kan risikere at påvirke grundvandet uanset om drænvandet nedsives via faskine/regnbed, nedsives pga. manglende drænsystem under banen eller fordi en andel af drænvandet nedsives mellem drænrørene.

Figur 3.2 viser fordelingen af aflødningen af det opsamlede drænvand på: Direkte udledning til vandområde, udledning til vandområde via offentlig regnvandsledning, aflødning til renseanlæg via offentlig spildevandsledning, infiltration til grundvand eller ukendt drænaflødning for kunstgræsbanerne i spørgeskemaundersøgelsen.

Generelt er der lidt kendskab til drænaflødningen i kommunerne. For 58 % (173 baner) er der ikke oplysninger om, hvordan drænvandet afledes fra banerne. 18 % af kunstgræsbanerne afleder drænvandet til renseanlæg via offentlig spildevandsledning, jf. Figur 3.2. Det er især i Region Hovedstaden, at banerne afleder drænvand til offentlige spildevandsledninger. Her er det 23 % af banerne mod 0-19 % i de øvrige fire regioner, jf. Tabel 3.3. Dette skyldes formentlig, at kommunerne i højere grad er fælleskloakerede i Region Hovedstaden.



Figur 3.2 Aflledning af drænvand fra kunstgræsbaner i spørgeskemaundersøgelsen, hvor drænafledningen er kendt.

Tabel 3.3 Aflledning af drænvand fra kunstgræsbaner fordelt på regioner.

Region	Antal baner	Nedsivning		Regnvandsledning		Spildevandsledning		Direkte udledning		Ukendt	
		Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%
Region Hovedstaden	178	20	1	21	12	41	23	5	3	91	51
Region Sjælland	32	3	9	6	19	6	19	0	0	17	53
Region Syddanmark	46	6	13	7	15	5	11	1	2	27	59
Region Midtjylland	45	4	9	10	22	3	7	4	9	24	53
Region Nordjylland	15	1	7	0	0	0	0	0	0	14	93

3.3 Infiltration

Infiltration af drænvand til grundvandet forekommer uanset, at der er etableret drænrør under banerne. Det er kun i tilfælde af, at der er etableret drænmåtte/membran under banen, at der ikke forekommer infiltration til grundvandet.

I alt 14 baner (svarende til 5 %) i Danmark er etableret med drænmåtte. Fordelt på regionerne er det mellem 0 og 9 % af banerne, der er etableret med drænmåtte, og hvor der således ikke forekommer infiltration til grundvandet, jf. Tabel 3.1.

Andelen af baner, hvor al drænvandet infiltreres direkte til grundvandet, ligger på mellem 7 og 13 % i de fem regioner og samlet set på 11 % for hele landet, jf. Tabel 3.3. Det svarer til i alt 34 baner, hvor der infiltreres direkte til grundvand enten via faskine, eller fordi der ikke er etableret drænsystem.

107 (svarende til 34 %) af kunstgræsbanerne i Danmark er opbygget med drænrør, og hvor det opsamlede drænvand fra drænrørene ledes bort via offentlige regn- eller spildevandsledninger eller til direkte udledning. Her vil det kun være den del af drænvandet, som ikke opsamles i drænrørene, som infiltreres til grundvandet.

4. Anvendelse af tømidler

Én af de største fordele ved at anlægge kunstgræsbaner fremfor almindelige naturgræsbaner eller grusbaner er muligheden for at anvende banerne på helårsbasis – også i vinterperioden. Snerydning og saltning af kunstgræsbaner kan derfor blive aktuel i vinterperioden for at sikre, at den daglige brug af banen kan finde sted. Ifølge DBU kan anvendelse af saltning være en hjælp til at holde banen spilbar i perioder med veksling mellem tøj og frost (DBU, 2009). Forbruget af salt eller andre kemiske tømidler afhænger dog af behovet for spilletid på den enkelte kunstgræsbane samt andre faktorer som brugen af mekanisk snerydning, temperaturer og snemængder det pågældende år samt korrekt dosering.

Flere kommunale miljøforvaltninger (fx Gentofte, Gladsaxe og Københavns Kommune) har givet kunstgræsbanerne restriktioner mod anvendelsen af kemiske tømidler på banerne ved udledning eller nedsivning af drænvandet. Enkelte miljøforvaltninger har desuden givet tilladelse til nedsivning/udledning i sommerhalvåret, men har stillet vilkår om, at drænvandet i vinterhalvåret ledes til kloak, når der saltes (fx Gentofte Kommune).

4.1 Typer af tømidler

Der findes ifølge Vejdirektoratet følgende kemiske tømidler, hvoraf natriumklorid er det billigste og hyppigst anvendte (Vejdirektoratet, 2006):

- Natriumklorid (NaCl): Det mest anvendte tømiddel. Korrosionsfremmende. Kan skade omkringliggende beplantning. Brug af natriumklorid i nærheden af drikkevandsboringer kan i værste fald føre til, at indholdet af natrium- og kloridioner kan blive så højt, at det overstiger de tilladte værdier. Kan påvirke ferske recipienter negativt ved udledning.
- Calciumklorid (CaCl₂): Virker mere effektivt ved lave temperaturer end natriumklorid. Mere korrosionsfremmende end NaCl. CaCl₂ indeholder ca. 64 % klorid. Kan skade omkringliggende beplantning og påvirke ferske recipienter negativt ved udledning. Calciumklorid kan ligesom natriumklorid påvirke drikkevandsboringer negativt i forhold til at overholde de tilladte værdier for klorid.
- Magnesiumklorid (MgCl₂): Anvendes oftest ved meget lave temperaturer. Mere korrosionsfremmende end NaCl. MgCl₂ indeholder ca. 74,5 % klorid. Kan skade omkringliggende beplantning og påvirke ferske recipienter negativt ved udledning. Calciumklorid kan ligesom natrium- og calciumklorid påvirke drikkevandsboringer negativt i forhold til at overholde de tilladte værdier for klorid.
- Urea (NH₂CONH₂): Urea er en kvælstofgødning (urinstof), der ikke fremmer korrosion i samme grad som klorider. Urea benyttes kun i særlige tilfælde på grund af kvælstofindholdets miljøskadelige virkning i recipienter. Det er desuden nødvendigt at have fokus på ureas påvirkning af nitrat i grundvandet.
- Acetater: Calciummagnesiumacetat (CMA) er et dobbeltsalt af eddikesyre. CMA benyttes som oftest ved miljøfølsomme arealer og på særligt udsatte konstruktioner som alternativ til NaCl. CMA virker i praksis kun optøende ned til - 5 °C. De CMA-produkter, der forhandles som opløsninger, er Svanemærket. CMA nedbrydes af mikroorganismer til bl.a. vand og CO₂. Sammenlignet med urea sker nedbrydningen hurtigt, og der efterlades ikke kvælstofholdige næringssalte. Dog er stoffet et letnedbrydeligt organisk stof, som kan bevirke et forhøjet iltforbrug i vandområdet, hvis

smeltevand udledes direkte. Udover CMA anvendes også natriummagnesiumacetat og kaliumacetat med lignende egenskaber som tømiddel.

- Formiater: Kaliumformiat og natriumformiat er salte af myresyre. Anvendes på blandt andet Storebæltsforbindelsen og Københavns Lufthavn. Effektivt tømiddel, der laver revner i isen og smelter både oppefra og nedefra. Formiat er et organisk letnedbrydeligt stof, som kan forårsage et forhøjet iltforbrug i vandområdet ved direkte udledning af smeltevand.

NaCl er det hyppigst anvendte tømiddel på kunstgræsbaner og kan (sammen med $MgCl_2$ og $CaCl_2$) give anledning til høje klorid-koncentrationer i drænvandet på op til 20.000 mg/l (Lynet-fællesskabet I/S, 2013). Klorid kan have en negativ effekt på ferske recipienter samt virke korroderende på kloaknettet. Den andel som nedsiver til grundvandet kan medføre, at grundvandet ikke kan anvendes til drikkevand, hvor grænseværdien for klorid er 250 mg/l. I forbindelse med nedsivning har NaCl samtidig den effekt, at det reducerer pH i det nedsivende vand, hvilket øger mobiliteten af metaller og samtidig kan klorid ionen ligeledes øge mobiliteten af en række tungmetaller, særligt Cd og Zn.

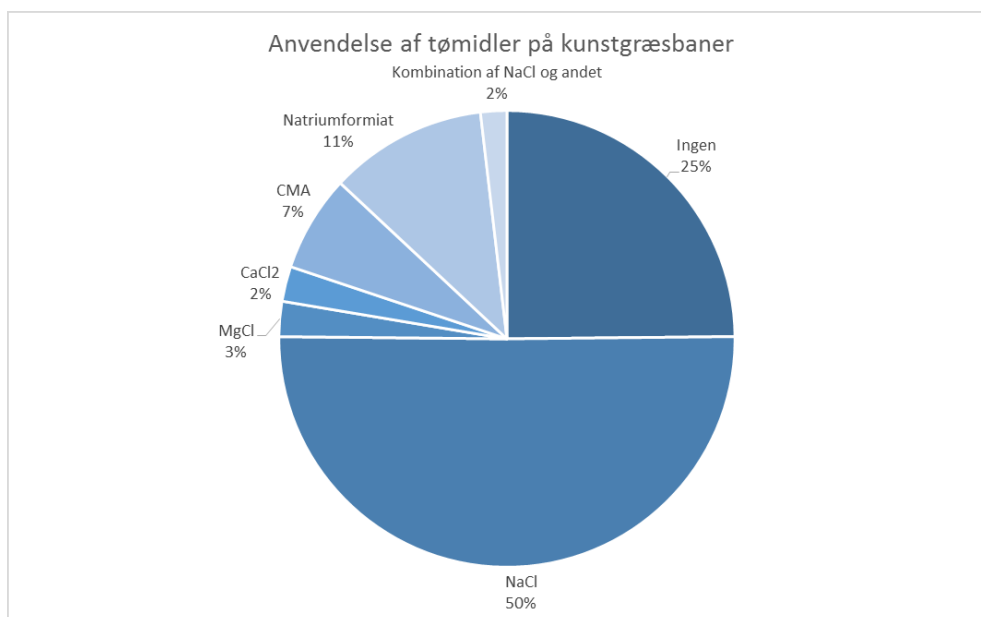
4.2 Anvendelse af tømidler på kunstgræsbaner i Danmark

På kunstgræsbanerne i spørgeskemaundersøgelsen er der registreret anvendelse af følgende tømidler:

- NaCl
- $MgCl_2$
- $CaCl_2$
- Calciummagnesiumacetat (CMA)
- Formiater (kalium eller natrium) og
- NaCl i kombination med CMA og CMA/urea
- Ingen tømidler

Der findes svanemærkede produkter på markedet i dag, som baserer sig på CMA, kalium- eller natriumformiat (Miljømærkning Danmark, 2016).

Helt overvejende anvendes der NaCl som tømiddel på de danske kunstgræsbaner – det gælder for halvdelen af kunstgræsbanerne, hvor der er kendskab til tømidlet. På 25 % af kunstgræsbanerne anvendes der ingen tømidler, mens de resterende 25 % af banerne anvender et af de øvrige alternative tømidler ($MgCl_2$, $CaCl_2$, CMA, natriumformiat eller en kombination af NaCl med CMA/urea), jf. Figur 4.1. Heraf står natriumformiat og CMA for i alt 18 % af de 25 % af kunstgræsbanerne, der anvender alternative tømidler.



Figur 4.1 Anvendelse af tømidler på kunstgræsbaner i spørgeskemaundersøgelsen, hvor typen af tømiddel er kendt.

Af spørgeskemaundersøgelsen fremgår det, at de alternative tømidler CMA og formiater tilsyneladende anvendes i højere grad i Region Hovedstaden (22 %) og Region Sjælland (21 %) i forhold til de øvrige regioner, hvor andelen udgør 0-9 %, jf. Tabel 4.1. I de øvrige regioner er der dog ikke kendskab til de anvendte tømidler på 62-87 % af banerne.

Tabel 4.1 Anvendelse af tømidler på kunstgræsbaner fordelt på regioner. Klorid dækker over NaCl, MgCl₂ og CaCl₂. De alternative tømidler dækker over natriumformiat og CMA. Beregning af procentandele inkluderer ikke de baner, hvor tømidlet er ukendt.

Region	Antal baner	Ukendt		Klorid		Alternative		Ingen	
		Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%
Region Hovedstaden	178	61	34	57	49	26	22	35	30
Region Sjælland	32	18	56	9	28	3	21	2	14
Region Syddanmark	46	35	76	9	20	1	9	1	9
Region Midtjylland	45	28	62	16	36	1	6	0	0
Region Nordjylland	15	13	87	0	0	0	0	2	100

På 30 % af kunstgræsbanerne i Region Hovedstaden og på 14 % af kunstgræsbanerne i Region Sjælland anvendes der ingen kemiske tømidler. På disse baner må det forventes, at mekanisk snerydning er tilstrækkeligt til at dække spillebehovet på banerne.

4.3 Forbrug af tømidler i 2015

For 106 baner er der modtaget data om forbrug af tømidler i 2015. Én bane har oplyst et gennemsnitsforbrug for en middel vinter på 1,67 kg/m² i stedet for forbruget i 2015. Dette forbrug indgår ikke i dataene nedenfor, da det ikke kan sammenlignes med de øvrige data.

Forbruget af tømidler i 2015 opgjort som kg (eller liter) pr. m² kunstgræsbane er opgivet i Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Forbrug af tømidler i 2015 opgjort som kg/liter pr. m² kunstgræsbane.

Tømiddel	Antal baner	Forbrug i 2015 (kg/liter pr. m ²)			
		Middel	Median	Minimum	Maksimum
NaCl	61	0,29	0,23	0,00	1,2
MgCl	4	0,38	0,42	0,083	0,61
CMA	8	0,18	0,11	0,071	0,63
Natriumformiat	2	0,064	0,064	0,060	0,067
Ingen	30	0	0	0	0

Vinteren i 2015 har været en mildere vinter med ca. 34 døgn med frost i Danmark i forhold til perioden 2011-2013, hvor der var mellem 64 og 93 døgn med frost, jf. Tabel 4.3. Forbruget af tømidler i 2015 må derfor forventes at være lavere i forhold til vinterperioder med flere frostdøgn. Statistiske data fra vejdirektoratet viser, at forbruget på de statslige veje i 2015 var 32 % lavere end gennemsnittet for perioden 2008 - 2015 (23 % lavere for Region Hovedstaden) (Vejdirektoratet, 2016a). Forbruget i 2015 på landsplan, vist i Tabel 4.2, må derfor forventes at være ca. 30 % lavere end et middellår.

Tabel 4.3 Antal døgn med frost i Danmark i 2011-2015 (DMI, 2016).

Antal døgn med frost	Hele landet
2015	34,3
2014	30,9
2013	92,7
2012	66
2011	64,2

I Frederiksberg Kommune er forbruget af NaCl på kunstgræsbanerne registreret siden 2007, jf. Tabel 4.4. På kunstgræsbanerne på Jens Jessens Vej er der i gennemsnit anvendt 0,73 kg NaCl/m² siden 2007. Forbruget på 0,14 kg NaCl/m² i 2015 er ca. 80 % lavere end gennemsnittet for perioden 2007-2015.

På de øvrige baner i Frederiksberg Kommune er der i gennemsnit anvendt henholdsvis 0,43 kg NaCl/m² i 2010-2015 og 0,31 kg NaCl/m² i 2014-2015, jf. Tabel 4.4.

På banerne på Frederiksberg er der ikke plads til at opmagasinere sne, hvorfor der ikke anvendes mekanisk snerydning i forbindelse med saltningen. Dog er forbruget i 2015 stadig lavere end landsgennemsnittet på 0,29 kg NaCl/m².

Tabel 4.4 Forbrug af NaCl på kunstgræsbaner i Frederiksberg Kommune i perioden 2007-2015.

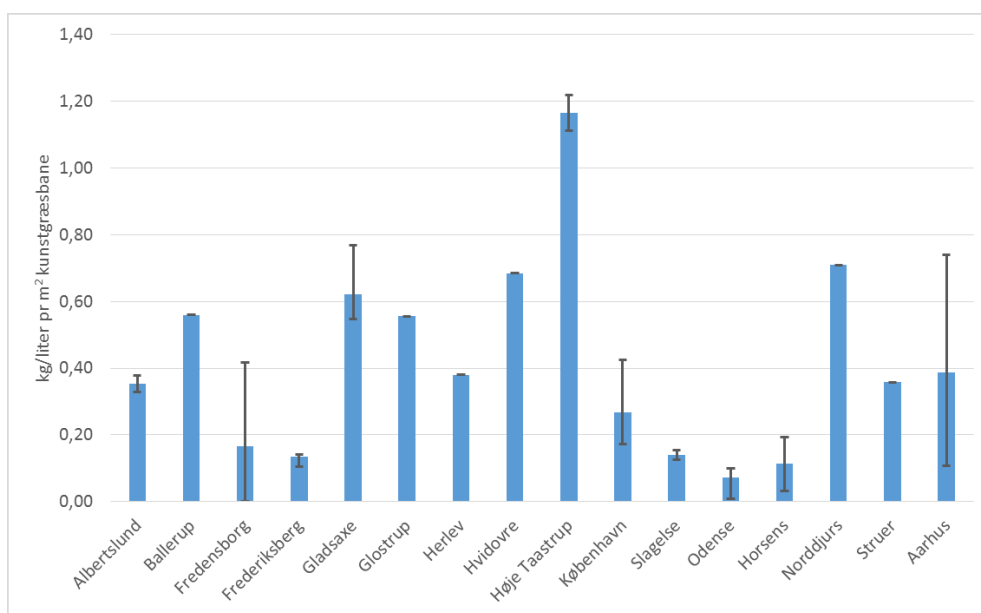
Årstal	Jens Jessens Vej (22.500 m ²)#		Nandrupsvej (4.800 m ²)		Frederiksberg Idrætspark (8.000 m ²)	
	Forbrug (kg)	Kg/m ²	Forbrug (kg)	Kg/m ²	Forbrug (kg)	Kg/m ²
2007	32.000	1,42	-	-	-	-
2008	8.000	0,36	-	-	-	-

2009	23.200	1,03	-	-	-	-
2010	45.000	2,00	1.500	0,31	-	-
2011	6.000	0,27	1.500	0,31	-	-
2012	14.000	0,62	2.500	0,52	-	-
2013	14.000	0,33	2.500	0,52	-	-
2014	16.000	0,38	4.000	0,83	4.000	0,50
2015	6.000	0,14	500	0,10	1.000	0,13
Middel	-	0,73	-	0,43	-	0,31

Fra oktober 2012 blev der anlagt 20.000 m² ekstra kunstgræsbaner på Jens Jessens Vej.

I Figur 4.2 er det gennemsnitlige forbrug af klorid (NaCl og MgCl) i de enkelte kommuner opgjort pr kvadratmeter kunstgræsbane. Af Figur 4.2 fremgår det, at det gennemsnitlige forbrug af NaCl (og MgCl) pr. m² kunstgræsbane varierer betydeligt fra 0,07 kg/m² i Odense Kommune til 1,16 kg/m² i Høje Taastrup Kommune.

Forbruget af tømider på kunstgræsbanerne afhænger af faktorer som spillebehovet på den enkelte bane, brugen af mekanisk snerydning, temperaturer og snemængder det pågældende år samt korrekt dosering. Forbruget af NaCl kan være helt op til 10.000 kg/år pr. bane.



Figur 4.2 Gennemsnitligt forbrug af klorid (NaCl og MgCl₂) på kunstgræsbaner i de enkelte kommuner i 2015. Opgjort som kg/liter pr. m² bane. Minimum og maksimum værdier er angivet som error bars.

4.4 Mekanisk snerydning

Mekanisk snerydning anvendes typisk i kombination med kemiske tømidler med henblik på at holde kunstgræsbanerne spilbare i perioder med sne. Mekanisk snerydning foregår fx ved hjælp af en sneslynge eller sneplov. Brugen af mekanisk snerydning reducerer behovet for anvendelse af kemiske tømidler. Jo mere effektiv den mekaniske snerydning er, des mindre tømiddel skal der anvendes. Doseringen af salt er direkte afhængig af vandindholdet på overfladen.

I spørgeskemaundersøgelsen er det blevet oplyst, at for de baner, hvor der er information om mekanisk snerydning, anvender 75 % af kunstgræsbanerne mekanisk snerydning, mens 25 % ikke gør, jf. Figur 4.3.

På 32 ud af de 40 baner, hvor der ikke anvendes kemiske tømidler, bliver der heller ikke anvendt mekanisk snerydning formentlig på grund af en driftsprioritering i forhold til spillebehovet på den aktuelle bane.

Af de 121 baner, hvor der er kendskab til, at der anvendes kemiske tømidler i vinterperioden, bliver der samtidig anvendt mekanisk snerydning på 88 % af banerne, jf. Figur 4.3. På kun 7 % af banerne bliver der ikke samtidig anvendt mekanisk snerydning – de 7 % dækker over otte baner på Frederiksberg, hvor der på grund af manglende oplagingsplads til sneen ikke er mulighed for at anvende mekanisk snerydning.



Figur 4.3 Mekanisk snerydning på kunstgræsbaner, hvor der anvendes kemiske tømidler.

5. Grundvandspåvirkning fra tømidler

Det antages, at nedsivningen af salt og andre tømidler fra kunstgræsbaner i nogle tilfælde kan udgøre en særlig risiko for forurening i områder, hvor grundvandet indvindes som drikkevand. Af de anvendte tømidler antages det primært at være indholdet af klorid i salt, der kan udgøre et problem i grundvandet på regionalt plan. Kvalitetskriteriet for klorid i drikkevand er på 250 mg/l. Indhold over denne grænseværdi medfører en dårlig smag af vandet. I de fleste grundvandsmagasiner ses et baggrundindhold af klorid på 30-50 mg/l.

Risikoen for forurening fra alternative tømidler som acetater og formiater er primært relateret til overfladevand. I områder hvor grundvandet ikke indvindes til drikkevand, vil grundvandet i sidste ende strømme ud som overfladevand. Herudover vil nedsivning af salt også kunne øge mobiliteten af metaller i grundvandet. En teoretisk gennemgang af disse trusler er givet i afsnit 6.

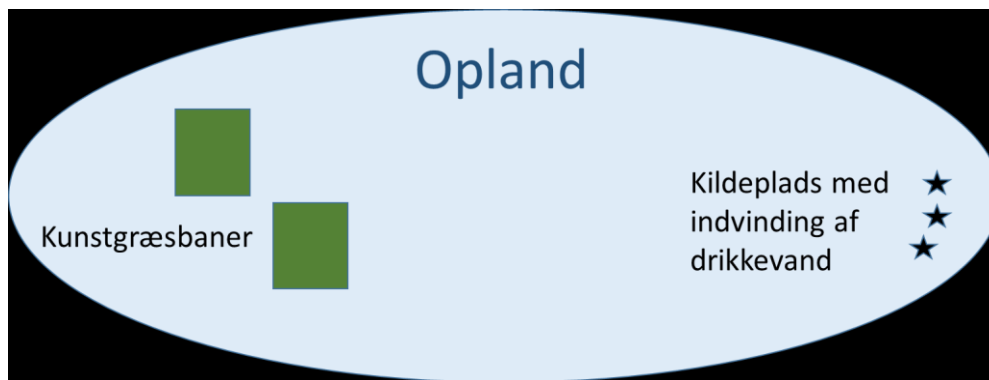
I dette afsnit fokuseres alene på risikoen for forurening ved nedsivning af klorid fra salt, som er det mest almindelige anvendte tømiddel. Ved at sammenholde estimater på tilførslen af salt på kunstgræsbanerne med antallet af baner i konkrete indvindingsoplande, er der udarbejdet en række scenarier for de resulterende bidrag til koncentrationerne i grundvandet – både lige under banerne og i det opblandede drikkevand på de nedstrøms kildepladser (se figur 5.1).

5.1 Scenarier

Der er udført 7 scenarier med beregninger af klorid indholdet, henholdsvis under kunstgræsbaner, hvor der salttes, samt nedstrøms på en kildeplads, hvor der indvindes drikkevand i forskellig mængde, og hvor grundvandet undervejs er blevet fortyndet med usaltet grundvand fra det øvrige opland (se Tabel 5.1).

De første fire scenarier er baseret på generaliserede data for tænkte oplande med et relativt højt forbrug af salt på et varierende antal kunstgræsbaner og et stigende oplandsareal til fortynding. De sidste tre scenarier er for tre specifikke kommuner i Region Hovedstaden, hvor stort set hele arealet er dækket af indvindingsoplande, og hvor antallet af baner samt tilførslen af salt er indsamlet i spørgeskemaundersøgelsen. Der er således ikke taget hensyn til en fremtidig udvidelse af banearealet i scenarierne.

Scenarie opsætningen er illustreret på Figur 5.1.



Figur 5.1 Illustration af kildeplads med tilhørende indvindingsopland, hvorfra grundvandet strømmer til kildepladsen. I de gennemførte scenarier tilføres kun salt på kunstgræsbanerne.

De konkrete scenarieberegninger er vist i Tabel 5.1, hvor følgende parametre indgår og er forklaret i nedenstående:

- Tilførsel af klorid ($\text{g}/\text{m}^2/\text{år}$)
- Klorid indhold i porevandet under bane (mg/l)
- Samlet m^2 baner i opland (m^2)
- Nedsivningsandel (%), jf. Gladsaxe Kommune (2016) og nedenstående uddybning
- Nedsivning fra samlet antal m^2 baner i opland ($\text{tons}/\text{år}$)
- Fortyndingsvolumen/årlig indvinding i opland ($\text{m}^3/\text{år}$)
- Klorid indhold fra baner på kildeplads (mg/l)

Tilførsel af klorid

Som det fremgår af Figur 4.2 er der store variationer i tilførslen af salt på kunstgræsbaner. Disse variationer kan dække over forskellige grader af mekanisk rydning, normer for hvor meget der saltes, hvor ofte der saltes og hvornår der bør saltes af hensyn til brugerne. Herudover er der en væsentlig usikkerhed på de indsamlede data, hvor det således også kun er ca. halvdelen af de kommuner, som har besvaret spørgeskemaerne, som har udfyldt denne del om konkret anvendte mængder. I nedenstående scenarier er anvendt tilførte mængder klorid på $200 - 1000 \text{ g}/\text{m}^2/\text{år}$, hvor tallene i Figur 4.2 er korrigeret for, at vægtandelen af klorid i NaCl kun er 61 %. Herudover udgør de indsamlede data fra 2015 (Figur 4.2) en underestimering af det gennemsnitlige forbrug gennem årene. Det gennemsnitlige forbrug på statslige veje i perioden 2008-2015 er således 32 % højere end forbruget i 2015, og specifikt for Region Hovedstaden er det 23 % højere end i 2015 (Vejdirektoratet, 2016a). De tilførte mængder i Tabel 5.1 er derfor opjusteret med 32 % i de første 4 scenarier og 23 % i de sidste tre scenarier, som er specifikke for Region Hovedstaden.

Klorid indhold under banerne

Tilførslen af salt på banerne fortyndes med nedbøren. På et år regner det ca. 750 mm, og det er antaget, at de 250 mm fordamper (jf. "Vandbalanceprojektet"), og nettonedbøren til fortynding af saltet er derfor 500 mm om året. Klorid indholdet i det øvre grundvand lige under banen fås således ved at fortynde salttilførslen med de 500 mm om året.

Samlet m^2 baner i opland

Der er i scenarierne alene fokus på nedsivningen af salt fra kunstgræsbaner, og der indgår derfor estimater af det samlede areal med kunstgræsbaner for det aktuelle scenarie. Arealerne er baseret på data i Bilag 2, og inkluderer både baner, der anvender klorid som tømiddel samt baner hvor tømidlet er ukendt. En bane udgør i gennemsnit 7.000 m^2 .

Nedsivningsandel

Variationen i hvor stor en del af den tilførte mængde, der nedsiver til grundvandet (og således ikke tilgår drænsystemet), fremgår af Gladsaxe Kommune (2016) og varierer mellem 0 og 95 % primært afhængig af jordtypen i området, hvor en fed ler medfører en lille nedsivning og sandjorde giver stor nedsivning. I nedenstående scenarier er der i de fleste tilfælde anvendt en middelværdi på 50 %.

Nedsivning fra samlet antal m² baner i opland til grundvandet

Denne mellemregning er et estimat af det samlede saltforbrug på de medtagne kunstgræsbaner i scenariet og er produktet af salttilførslen, det samlede areal af baner og nedsivningsandelen.

Fortyndingsvolumen/årlig indvinding i opland

Fortyndingen i grundvandet er repræsenteret ved den samlede indvinding på en given kildeplads, som i flere scenarier for byområder er givet som den samlede indvinding i hele kommunen, da stort set hele arealet er dækket af indvindingsoplande. Mange indvindingsoplande går på tværs af kommunegrænser, og her er den årlige indvinding reduceret til den andel af oplandet, som er beliggende i selve kommunen.

Klorid indhold fra baner på kildeplads

Nedsivningen fra det samlede antal m² baner i oplandet fortyndes her med den årlige indvin-

		Worst case	Lille opland	Medium opland	Stort opland	Frederiksberg Kommune	Gladsaxe Kommune	Høje-Tåstrup Kommune
Tilførsel af klorid - jf. figur 4.2 ¹	(g/år/m ²)	1320	800	800	800	366 ²	469	870
Klorid indhold under baner³	(mg/l)	2882	1747	1747	1747	799	1024	1900
Samlet m ² baner i opland til indvinding ⁴	(m ²)	14.000	7.000	14.000	21.000	56.000	91.000	42.000
Nedsivningsandel (klorid til grundvand vs. dræn) ⁵		0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nedsivning fra samlet m ² baner i opland (tons/år)		17	3	6	8	10	21	18
Fortyndingsvolumen/årlig indvinding	(m ³ /år)	10.000	25.000	100.000	500.000	1.500.000	2.600.000	3.000.000
Kloridbidrag fra baner på kildeplads	(mg/l)	1663	112	56	17	7	8	6
Baggrundsværdi for klorid i opland	(mg/l)	40	40	40	40	200 ⁶	50 ⁶	45 ⁶
Bidragets størrelse ift. baggrundsværdi		4158%	280%	140%	43%	4%	16%	13%

ding i det betragtede opland.

Tabel 5.1 Scenarier for kloridindhold i områder med indvindingsoplande

¹ Klorid udgør en vægtandel på 61 % af NaCl, som er de tal der er opgivet i Figur 4.2. Herudover er tallene opjusteret med henholdsvis 32 % (4 første scenarier) og 23 % (Gladsaxe og Høje-Tåstrup Kommune) for at korrigere for, at 2015 var et lavforbrugsår (Vejdirektoratet, 2016b)

² Forbrug af NaCl er ifølge Tabel 4.4 estimeret til 600 g/m²/år i gennemsnit, heraf er kloridandelen 366 g/m²/år

³ Baseret på nettonedbøren omkring Rødovre i 'vandbalanceprojekt' på 458 mm/år

⁴ Gennemsnitsstørrelsen for en bane er estimeret til 7000 m². I antallet af baner er 'ukendt' tømiddel antaget at være salt, jf. bilag 2

⁵ Baseret på erfaringstal fra 'vandbalanceprojekt'

⁶ Baseret på dataudtræk fra Jupiter

Resultaterne for de 7 scenarier i Tabel 5.1 viser indhold af klorid under banerne, som er væsentlig over kvalitetskriteriet for drikkevand på 250 mg/l i alle scenarier.

I 'Worst case' scenariet er alle parametre justeret til det maksimale indenfor realistiske rammer, hvilket både giver meget forhøjet klorid indhold under banerne, men også i drikkevandet på en tænkt kildeplads nedstrøms, som kun indvinder 10.000 m³ om året.

I de tre følgende scenarier er oplandets størrelse og dermed den årlige indvinding skruet op, under fastholdte høje værdier af salttilførsel (800 g/år/m²) og en typisk nedsivningsandel på 50 %, mens antallet af baner stiger i takt med at oplandets størrelse øges. I alle tre tilfælde er bidraget under banerne væsentligt over drikkevandskriteriet, mens fortyndingen i oplandet medfører, at bidraget reduceres til under drikkevandskriteriet på kildepladserne, så længe der ikke medregnes andre kloridkilder.

Generelt vil placeringen af en enkelt eller flere baner med stor nedsivning i oplandet til en lille forsyning (< 25.000 m³/år) kunne give problemer med overholdelse af drikkevandskriteriet på kildepladsen. Oplandet/Indvindingens størrelse er således afgørende for robustheden overfor nedsivning af salt fra til de pågældende kildepladser, når kunstgræsbanerne betragtes isoleret som eneste kilde.

De sidste tre scenarier er gældende for det samlede areal i de tre kommuner, som stort set er dækkede af indvindingsoplande. Tilførslen af klorid er her taget fra figur 4.2, hvor der er anvendt en omregningsfaktor fra salt (NaCl) til klorid på 0,61. Antallet af baner er tilsvarende taget fra Bilag 2, hvor baner med ukendt tømiddel er inkluderet som baner med NaCl. Nedsivningsandelen er holdt på samme niveau som i de tre tidligere scenarier (0,5), svarende til almindelig moræneler i "Vandbalanceprojektet". Den årlige indvinding i de tre kommuner er nedjusteret, så volumenet nogenlunde svarer til den dybere grundvandsdannelse i kommunerne.

Kloridbidraget fra kunstgræsbanerne på kildepladserne i de tre kommuner er generelt lave, som følge af den store opblanding og ligger på 6-8 mg/l. Der er dog stadig en påvirkning svarende til, at baggrundsindholdet af klorid øges med 4-16 %.

I f.eks. Gladsaxe Kommune, hvor baggrundsindholdet er relativt højt (ca. 50 mg/l) og fortyndingen er stor (ca. 2,6 mio. m³/år), ses saltningen på kunstgræsbanerne at bidrage med en ca. 16 % forøgelse af baggrundsindholdet. Hvor fortyndingen er mindre og saltforbruget på banerne er højt, som i de første fire scenarier, ses en meget større forøgelse af baggrundsindholdet.

Overskridelsen af kvalitetskriteriet for drikkevand på 250 mg/l med en faktor 3 til 11 i det øvre grundvand lige under banerne er i sig selv en udfordring.

6. Effekt på udvaskning af miljøfremmede stoffer

Miljøfremmede stoffer i denne kontekst er både de alternative organisk baserede alternative midler, der primært består af acetat- og formiatsalte i sig selv, og de stoffer der kan mobiliseres som følge af anvendelse af tømiderne. Mobiliseringen kan ske via forskellige mekanismer, primært:

- Kompleksdannelse af metaller med klorid som ligand og evt. ionbytning med natrium.
- Effekter af øget ionstyrke i vandet (gælder både klorid og de organiske salte).
- pH effekter.

I det følgende er det forsøgt at redegøre for effekterne og deres potentielle påvirkning af jord og grundvand i forbindelse med nedsivning fra kunstgræsbaner.

6.1 Organiske tømider betragtet som "miljøfremmede" stoffer.

De mest dominerende stoffer, der anvendes som alternativ til almindelig vejsalt (NaCl) som tømider er jf. Figur 4.1 CMA og formiatsalte.

CMA er en blanding af calcium og magnesiumacetat, typisk i forholdet Ca:Mg på 3:7. Produktet leveres typisk som en opløsning, der justeres til brug ved yderligere tilsætning af vand. Produktet kan dog også fås som pellets. Både Ca og Mg er divalente kationer, der indgår naturligt i en lang række lerminerale. Begge dele er med til at holde strukturen i lerminerale intakt, og er i det store og hele ufarlige i forhold til udvaskning og ionbytning på mineralerne. Acetat er eddikesyreanion (CH_3COO^-). CMA er dermed også svagt basisk, typisk har opløsninger med CMA typisk pH værdier i niveauet 8-10, afhængig af koncentrationen i blandingen.

Acetationen er meget letomsættelig både under aerobe og anaerobe forhold og mineraliseres til CO_2 og H_2O af en lang række bakterier. Målinger i bl.a. USA og Finland på nedbrydningen i jord/grundvand af CMA i forbindelse med anvendelsen som tømiddel på veje indikerer, at påvirkningen kun observeres få meter fra nedsivningsarealerne, selv ved opsamling i bassiner med begrænsede arealer og relativt høj hydraulisk belastning, se eksempelvis Ostendorff et al, 1995. Omsætningen kan ske i både bassiner og ved den efterfølgende transport igennem jorden. Tilstedeværelsen af et højt indhold af letomsætteligt organisk stof kan potentielt både give inhibering af anden omsætning ved konkurrence. Dette kan betyde, at andre organiske stoffer som oliestoffer, blødgørere etc. vil have en marginalt større mulighed for at sprede sig, indtil en afstand hvor acetaten er opbrugt. Umiddelbart vurderes det at effekten er begrænset, på grund af de korte afstande acetaten når at vandre.

Formiatsalte af kalium og natrium anvendes ligeledes. Formuleringen kan som med CMA både være i form af en opløsning og som pellets. I modsætning til CMA formuleres formiatsaltene med monovalente kationer, kalium og natrium. Som acetatsaltene er også formiatsaltene basiske i udgangspunktet, typisk med pH i koncentratet på op til omkring 11. Natrium er det mindste atom af disse. Ved transport i jord sker der typisk en ionbytning i lerminerale mellem det opløste natrium/kalium og det bundne calcium/magnesium. På grund af natriums begrænsede atomradius vil lerminerale gitterstruktur typisk påvirkes og mineralerne kollapser

i mere eller mindre grad. Dette reducerer permeabiliteten i jorden på længere sigt og ødelægger nedsivningsevnen. Påvirkningen fra kalium er langt mindre pga. atomets størrelse.

Formiationen er, som acetat, meget letomsættelig både under aerobe og anaerobe forhold og mineraliseres til CO_2 og H_2O af en lang række bakterier. Resultater fra Finland (SYKE 2013), viser over en lang anvendelsesperiode (>5 år), at en umættet zone på 1-2 m helt forhindrede gennembrud af formiat til det underliggende grundvand i anvendelsesområdet, og at omsætningen foregik selv ved frostgrader i jorden. Som for acetat kan der være en mindre inhibitorisk konkurrenceeffekt over for andre organiske komponenter.

Både formiat og acetat salt er som beskrevet letomsættelige. Dette betyder også at de vil have et iltforbrug, hvis de udledes til recipienter. Dette skal derfor begrænses i størst muligt omfang, hvis de anvendes på kunstgræsbaner, hvor evt. drænvand ledes til overfladerecipienter.

6.2 Betydning af klorid som ligand / ionbytning med natrium

Jord har et naturligt indhold af tungmetaller. Herudover er der i forbindelse med udvaskning fra infill materialer, særligt SBR, observeret en forøget, men dog begrænset, mængde zink.

Mobiliteten af disse metaller kan forøges ved dosering af salt på kunstgræsbanerne ved bl.a. kompleksdannelse mellem klorid og tungmetalationer og ionbytning mellem natrium og metaller fra lerminerale. Det kan derfor være svært at adskille effekterne. Natrium udbytter som nævnt tidligere med metaller i lerminerale, herunder også det naturlige indhold af tungmetaller. En anden effekt i forbindelse med ionbytningen er, at der sker en forsurening af vandet pga. frigivelsen af H^+ ioner fra overfladerne, hvilket generelt reducerer sorptionen af metaller. Granato et al. (1995) undersøgte påvirkning af grundvandet fra nedsivning af saltet vand i Massachussets og fandt, ud over de helt forventede stigninger i natrium og klorid (Cl fra omkring 10 mg/l til 50-300 mg/l), påvirkning af calcium og magnesiumindholdet (op til omkring 10 gange) på grund af ionbytning. De analyserede også for en række tungmetaller og fandt generelt forhøjede værdier nedstrøms sammenlignet med opstrøms, typisk dog ikke mere end en fordobling af nogle i forvejen ret lave indhold. Kloridindhold på op til de observerede 300 mg/l må forventes at forekomme i lidt større afstande, hvorimod der helt lokalt kan være væsentligt højere niveauer.

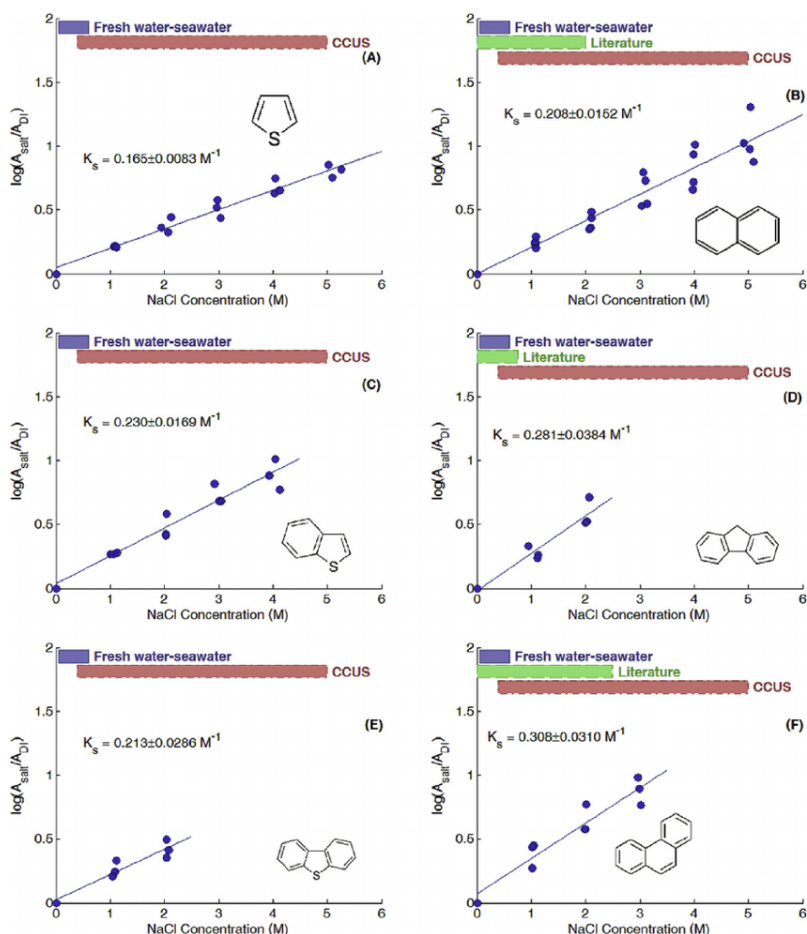
El-Hefnawy et al. (2014) undersøgte effekten af NaCl og Na_2SO_4 på sorption af Cd i forskellige jordtyper ved indhold af saltene på hhv. 0,05 og 0,15 N hvilket for Cl svarer til hhv. ca. 3.000 og 9.000 mg/l, hvilket kan forventes i vintermånederne umiddelbart under kunstgræsplænerne. For sulfatsaltene var bindingsevnen til jorden for Cd ca. 3 gange højere end for chlorid, hvilket indikerer en kraftig effekt af kompleksbindingen af Cd med Cl i den opløste fase. Effekten af at gå fra de ca. 3.000 til 9.000 mg/l reducerede den maksimale bindingskapacitet for Cd med ca. 25 %.

Samlet set vurderes det derfor, at der lokalt kan være effekter af klorid og ionbytning, der giver anledning til en forøget mobilisering af en række ioner, herunder tungmetaller, men at effekten, når man kommer på lidt afstand, er relativt begrænset og formentlig under en faktor 2.

6.3 Ionstyrkeeffekter

Opløselighed af de organiske stoffer i det gennemsvivende vand i infill materialet og den underliggende jord er bl.a påvirket af det generelle indhold af opløste ioner i vandet, hvilket normalt betegnes ved ionstyrken. Ionstyrken er summen af produktet af ladningen på ionen i anden potens og molaliteten. Høje ionstyrker påvirker aktiviteten i en opløsning, der bruges til at kompensere koncentrationer ved beregning af ligevægtskonstanter, opløseligheder mm.

Generelt har opløste ioner en reducerende effekt på opløseligheden af de organiske stoffer. I Figur 6-1 er vist effekten på opløseligheden af en lang række organiske stoffer som funktion af NaCl indholdet. 1 M NaCl svarer til ca. 58.000 mg/l, der skal således endog høje koncentrationer af salte til før der observeres en betydelig effekt.



Figur 6-1 Påvirkning af opløseligheden af forskellige organiske stoffer af indholdet af NaCl. Data fra Burant et al. 2015. På X akser er afbildet saltkoncentrationen i molær og op af Y akser den relative påvirkning af opløseligheden. En log værdi på 0,3 svarer ca. til en halvering af opløseligheden, en værdi på 1 til en reduktion på en faktor 10.

Som det fremgår af figuren er der en generel tendens til at des mere hydrofob stofferne er, desto større bliver "salting out" effekten svarende til en større reduktion i opløseligheden. Effekten ved 1 M svarer typisk til en reduktion i opløseligheden på 25-50 %, eller ved et mere relevant niveau (5000 mg Cl/l) en 5-10% i reduktion af opløseligheden. Ionstyrkeeffekterne er således begrænsede både lokalt og forsvindende regionalt.

6.4 pH effekter

Både CMA og formiaterne er basiske i deres grundstruktur, NaCl opløsning er grundlæggende neutral, men da regnvand i sig selv er svagt surt på grund af CO₂ indholdet måles ofte svagt sure forhold i overfladevand med opløst salt (pH 5-6).

pH påvirker opløseligheden af metallerne, både direkte og indirekte. Lav pH giver højere opløselighed af metaller og høj pH reduceret opløselighed. Ned brydning af CMA og formiatsaltene forbruger H⁺ ioner ved aerob omsætning, svarende til at der forbruges syreækvivalenter ved reaktionen. Samlet set betyder dette at omsætningen i sig selv reducerer metalopløseligheden.

Som beskrevet i afsnit 6.2 har særligt natriumionen en effekt på pH, idet den ionbytter med H⁺ på lerminerallerne, hvilket giver en reduceret pH. Som det også er illustreret i afsnittet er effekten relativt begrænset.

Samlet set er effekten på både metaller og organiske forbindelser af tømiderne dermed relativt begrænset og i det store og hele lokal, dvs. denne effekt har kun teoretisk betydning for grundvand og drikkevandsindvinding

7. Konklusion

I de sidste 10 år er der sket en jævn stigning i antallet af kunstgræsbaner i Danmark, hvor der årligt anlægges ca. 25 nye baner, og denne jævne stigning vil formentlig fortsætte de kommende år.

Indsamlingen af data fra spørgeskemaundersøgelsen om nedsivning af tømidler fra kunstgræsbaner, har vist store variationer i forbruget på tværs kommuner med mere end en faktor 10 på forbruget opgjort i kilo per kvadratmeter bane om året. Der ses også en forventet stor variation i forbruget fra år til år afhængig af de klimatiske forhold.

Langt de fleste steder anvendes almindelig salt (NaCl), som tømiddel i kombination med mekanisk rydning af banerne for sne. Hvor der ikke anvendes mekanisk rydning, er der selvfølgelig behov for større mængder tømiddel. Den største risiko for forurening af grundvandet udgøres af den klorid, som indgår i NaCl, CaCl₂ og MgCl₂. Der er foretaget beregninger af en række scenarier for at vurdere, hvor stor en risiko dette udgør for grundvandet både lige under banerne og på nedstrøms kildepladser til indvinding af drikkevand.

Nedsivningen af klorid fra banerne er primært styret af den tilførte mængde salt og i hvilken grad smeltevandet enten infiltrerer til grundvandet eller via dræn bortledes til overfladerecipienter og renseanlæg. Det beregnede kloridindhold lige under banerne viser i alle scenarier et kloridindhold langt over kvalitetskriteriet for drikkevand. På vej mod nedstrøms kildepladser vil opblanding med grundvand fra andre områder medføre en fortynding, som i de fleste tilfælde vil medføre, at kloridindholdet falder til under drikkevandskriteriet. Kun i tilfælde med stor tilførsel af salt på kunstgræsbaner, der er placeret i små oplande med indvindinger under ca. 25.000 m³ om året, er der risiko for, at kvalitetskriteriet for drikkevand overskrides i det vand, der indvindes.

Baggrundværdien for klorid i grundvandsmagasinerne vil i alle scenarier stige - omkring 10 % i de konkret undersøgte kommuner, men potentielt flere hundrede procent i de små oplande med stor tilførsel af salt på kunstgræsbanerne.

Med hensyn til brugen af acetater eller formiater som tømidler kan dette forårsage forhøjet iltforbrug i vandområder ved direkte udledning af drænvand til overfladevandet. I forhold til grundvand og drikkevand udgør disse stoftyper dog ikke nogen risiko, da studier har vist, at effekten er meget lokal (få meter).

Effekten af tømidler på mobilitet af metaller og organiske forbindelser i jorden vurderes at være relativt begrænset og i det store og hele lokal, dvs. denne effekt har kun teoretisk betydning for grundvand og drikkevandsindvinding.

8. Anbefalinger

Flere kommuner er begyndt at blive opmærksomme på behovet for at regulere anvendelsen af tømidler på kunstgræsbaner i forhold til nedsivning til grundvand og udledning til overflade recipienter. Hensynet til overflade recipienter og grundvand varierer kommunerne imellem, og har sandsynligvis været styrende for, at nogle kommuner har været mere opmærksomme på denne problemstilling end andre. De følgende anbefalinger skal derfor ses som supplement til de eksisterende retningslinjer, som allerede er implementeret i de enkelte kommuner.

Figur 4.2 viser den store variation i forbruget mellem kommunerne, og giver anledning til følgende forslag:

- Vilkår i tilladelse om, at de årlige anvendte mængder salt skal registreres og indsendes til kommunen, da erfaring fra andre områder har vist, at alene dette krav om registrering, som regel fører til et faldende forbrug samt indirekte en bevidsthed om, at salt er skadeligt for natur og miljø.
- En benchmarking kommunerne imellem, eller banerne imellem internt i kommunerne, som motiverer driftsansvarlige på baner med højt forbrug af salt til at tilpasse/reducere forbruget i forhold til baner med lavere forbrug
- Øget information til driftsfolk/ejendomsansvarlige/kultur- og fritidsforvaltninger om salts skadevirkninger på både overfladereipienter og grundvand

Den kommunale risikovurdering af forurening med klorid ved en aktuel ansøgning om etablering af en kunstgræsbane, giver anledning til følgende forslag:

- I risikovurderingen af kloridnedsivning fra kunstgræsbaner skal der også være fokus på det samlede opland til den relevante nedstrøms kildeplads, herunder om der er andre væsentlige kilder i oplandet, der kan bidrage til forurening af grundvand med klorid (f.eks. salt vejvand) samt hvad baggrundskoncentrationen i oplandet er.
- Hvis grundvandet er truet af stigende indhold af klorid, bør der fokuseres på alternative tømidler som CMA og formiat for kunstgræsbaner, hvor der sker nedsivning af drænvandet. Dog bør der være opmærksomhed på, at anvendelsen af formiat og acetat medfører en risiko for iltsvind, hvis drænvandet tilføres ferske vandområder, da begge stoffer er iltforbrugende. CMA er et fedtet produkt, hvorfor man skal være påpasselig med doseringen (Vejdirektoratet, 2016b).
- Alternativt bør der etableres en vandtæt membran, så der ikke kan forekomme nedsivning.
- Gummigranulat i 3. generationsbaner binder ikke så meget vand til sig som kvartssand i 2. generationsbaner, og det er derfor ikke i samme grad nødvendigt at forsalte på 3. generationsbaner med gummigranulat, som på 2. generationsbaner med kvartssand (Frederiksberg Kommune, 2016)

Konkrete forslag, der kan minimere saltforbruget på banerne, er:

- Mekanisk snerydning skal så vidt muligt udføres, idet saltforbruget er direkte afhængig af den resterende vandmængde på græsset.
- Det er kun nødvendigt med en 7 % saltkoncentration i vandet på overfladen for at opnå den optimale effekt (Vejdirektoratet, 2016b)
- Tørsaltning anbefales i modsætning til vådsaltning for at opnå den længste virkning i perioder med længerevarende frost. Ved at anvende saltlage kan forbruget umiddelbart reduceres, men virkningen er kortvarig, idet saltlagen hurtigere vil sive ned. Sten-salt vil pga. sin hårdhed forblive længere tid på græsset (Vejdirektoratet, 2016b)

Den indsamlede viden om anlæggelsen og driften af banerne giver anledning til følgende forslag:

- Ved at kompaktere lerjorden under banen eller anvende drænmåtter kan det sikres, at langt størstedelen af smeltevand kan afdrænes og efterfølgende håndteres som spildevand
- Den mekaniske snerydning skal udføres til lige over græstopniveau. Banerne skal anlægges, så der er plads til sneoplæg, genopsamling af infill efter afsmeltning, og så de kan tåle belastning fra maskinel snerydning
- Indlæg af varme i kunstgræsbaner (el, fjernvarme, overskudsvarme) muliggør at anvendelse af tømidler helt kan undgås, men er en forholdsvis dyr løsning, der som regel forudsætter at varmen kan leveres meget billigt

9. Referencer

Burant, A., Lowry, G.V., Karamalidis, K. (2015): *Measurement of Setschenow constants for six hydrophobic compounds in simulated brines and use in predictive modeling for oil and gas systems*. Chemosphere 144, 2247-2256.

DBU (2009), *Gode råd om vedligehold af 3. generations kunstgræs-fodboldbaner*, februar 2009

DBU (2014), *Oversigt over 3. generations kunstgræsbaner*, d. 21. januar 2014

DBU (2016), *Banestørrelser pr. 1. august 2014*, DBU's hjemmeside http://www.dbu.dk/turneringer_og_resultater/kampe_og_baner/banestoeerrelser, september 2016

- DBU (2016a), *Spilleregler I ungdomsfodbold – 9:9*, DBU's hjemmeside http://www.dbu.dk/Faelles/boern_og_unge/boernefodbold/spilleformer/spilleregler_i_boernefodbold_-_99.aspx, September 2016
- DBU (2016b), *De formelle mål på en officiel 11-mandsbane*, DBU's hjemmeside <http://www.dbu.dk/Faelles/ARKIV/klubservice/Baner/banestoeserrelser/11-mands.aspx>, september 2016
- DMI (2016), *Måneden, sæsonen og årets vejr*, DMI's hjemmeside <http://www.dmi.dk/vejr/arkiver/maanedsaesonaar/>, august 2016
- Gladsaxe Kommune (2016), *Vandbalance for kunstgræsbaner*, Rapport udarbejdet af DHI og Orbicon for Ballerup, Brøndby, Frederiksberg, Gentofte, Gladsaxe, Hvidovre, København og Lyngby-Taarbæk kommuner repræsenteret ved Gladsaxe Kommune, 2016
- Granato, G.E., Church, P.E., Stone, V.J. (1995): *Mobilization of Major and Trace Constituents of Highway Runoff in Groundwater Potentially Caused by Deicing Chemical Migration*. Transportation Research Record 1483, Transportation Research Board, Washington D.C.
- El-Hefnawy, M.E., Selim, E.M., Assaad, F.F., Isamil, A.I. (2014): *The Effect of Chloride and Sulfate Ions on the Adsorption of Cd²⁺ on Clay and Sandy Loam Egyptian Soils*. The Scientific World Journal 2014, Article ID 806252, Hindawi Publishing Corporation.
- Frederiksberg Kommune (2016): *Afrapportering af afledt drænvand fra kunstgræsbanerne på Jens Jessens Vej i 2007-2008*. Udarbejdet af Kim Wolfram, Gartner- og vejservice, By og Miljøområdet, Frederiksberg Kommune, januar 2016
- Klima- og Forurensningsdirektoratet (2012), *Omfanget av bruken, bruksområder og framtidig bruk av gummigranulat basert på bildekk og ny gummigranulat, Delrapport 1*, Rapport udarbejdet af COWI, april 2012
- Lynettefællesskabet I/S (2013), *Miljø- og sundhedsskadelige stoffer i drænvand fra kunstgræsbaner - Vurdering af eksisterende analyseresultater på danske kunstgræsbaner samt supplerende måleprogram på to udvalgte baner*, Rapport udarbejdet af DHI, november 2013
- Miljømærkning Danmark (2016), *Miljømærkning Danmark's hjemmeside*: www.ecolabel.dk, september 2016
- Miljøstyrelsen (2008), *Kortlægning, emissioner samt miljø- og sundhedsmæssig vurdering af kemiske stoffer i kunstgræs*, Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter Nr. 100, 2008
- Ostendorf, D.W., Pollock, S.J., Palaia, T.A., Zutell, C.A. (1995): *Calcium Magnesium Acetate Degradation in Roadside Soil: Acetate Microcosms*. Transportation Research Record, 1366, 41-43
- SYKE (2013), *Migration of alternative de-icing chemicals in aquifers (MIDAS)*. Finnish Environment Institute, <http://www.syke.fi/projects/midas>
- UNO (2013), *Multibaner udviklet i samarbejde med DBU*, Katalog udgivet af UNO Koncept A/S, 2013
- Vejdirektoratet (2006), *VEJDRIFT - Tømidler, sand og grus til glatførebekæmpelse*, Vejreglerådet, Vejdirektoratet, november 2006

Vejdirektoratet (2016b), *Vinterstatistik på Vejdirektoratets hjemmeside*:
<http://www.vejdirektoratet.dk/da/vejsektor/vinter/vinterstatistik/sider/default.aspx>, oktober 2016

Vejdirektoratet (2016b), Telefonsamtale med Michael Eram fra Vejdirektoratet, oktober 2016.

Bilag 1. Spørgeskema

<p> Navn: <input type="text"/> Telefonnr: <input type="text"/> Kommune: <input type="text"/> </p> <p> Øvrige kommentarer: <input type="text"/> </p>										
	Kunstgræsbane	Anlægsår	Størrelse	Underlag og infill	Dræn-opbygning	Drænforhold	Anvendte tømidler	Mekanisk snefjernelse	Moniteringsdata	Fremtidige baner
	Banens navn (klub), adresse og kommune <i>Hvis der er mere end én bane, udfyldes en række i skemaet for hver bane</i>	Hvornår er kunstgræsbanen anlagt?	Banens størrelse i m ² <i>Alternativt om det er en 5, 7, 9 eller 11-mandsbane</i>	Angiv type af infill og underlag <i>Eksempler på underlag: Grus, gummi, XPE-foam, polyolefinspum</i> <i>Eksempler på infill: Sand, SBR-gummi (bildæk), gråt industrigummi, kork/kokos, hybridbane</i>	Drænes banen via drænrør eller drænmåtte/membran?	Hvordan ledes drænvandet væk fra banen? <i>- Ved nedsivning fx via faskine</i> <i>- Regnvandskloak (angiv gerne det modtagende vandområde)</i> <i>- Spildevandskloak</i>	Angiv tømiddel (produktnavn) og årlig mængde (kg) <i>Fx alm. salt (NaCl), Calciumklorid (CaCl₂), Magnesiumklorid (MgCl₂), Calciummagnesiumacetat (CMA), Kaliumformiat, Natriumformiat, Urea</i>	Anvendes der mekanisk snefjernelse? Hvis ja, hvordan gøres det?	Er der fortaget målinger på drænvandet, f.eks. i forbindelse med tilslutnings- eller udledningstilladelsen? <i>Ja/nej (evt. periode)</i>	Er der planer om at anlægge flere baner inden for de næste ca. 5 år? <i>Hvis ja, hvor mange og hvor store?</i>
Eksempel	<i>Boldspark Park, Park Allé 1, Park Kommune</i>	<i>2012</i>	<i>9.600</i>	<i>Infill af SBR-gummi. Gummi, XPE-foam</i>	<i>Drænrør med fem meters afstand</i>	<i>Det opsamlede drænvand afledes via et internt opsamlingsbassin til offentlig regnvandsledning. Udledes derefter til sø</i>	<i>11 tons salt (NaCl) i 2015</i>	<i>Maskinel fjernelse af sne inden saltning</i>	<i>Ja, fra 2012 og frem til i dag</i>	<i>Én bane i 2018 på ca. 8.000 kvm</i>
Bane 1										
Bane 2										
Bane 3										
Bane 4										

Bilag 2. Data fordelt på kommune

Region	Kommune	Total antal baner	Tømidler (antal baner)				Dræning (antal baner)				Afledning af drænvand (antal baner)				
			Klorid	Acetat/formiat	Ingen	Ukendt	Drænrør	Drænmåtte	Ingen	Ukendt	Nedsivning	Regnvandsledning	Spildevandsledning	Direkte udledning	Ukendt
Hovedstaden	Albertslund	5	2		3		2		3		3	2			
Hovedstaden	Allerød	3		3			2	1			1			2	
Hovedstaden	Ballerup	2		2			2					1	1		
Hovedstaden	Bornholm	1				1			1						1
Hovedstaden	Brøndby	16	5		10	1	5		10	1	10	5			1
Hovedstaden	Dragør	1	1				1					1			
Hovedstaden	Egedal	3				3				3					3
Hovedstaden	Fredensborg	3	3				3					1	2		
Hovedstaden	Frederiksberg	8	8				8						8		
Hovedstaden	Frederikssund	2				2				2					2
Hovedstaden	Furesø	4				4		1		3					4
Hovedstaden	Gentofte	29	4	12	13		20			9	3		17		9
Hovedstaden	Gladsaxe	13	6			7	4	1	1	7	1	2	3		7
Hovedstaden	Glostrup	1	1				1					1			
Hovedstaden	Gribskov	3				3				3					3
Hovedstaden	Helsingør	4		2		2	3	1				2		2	
Hovedstaden	Herlev	4	3	1			2	1		1	1	1			2
Hovedstaden	Hillerød	2				2				2					2
Hovedstaden	Hvidovre	7	3	1	1	3	3		1	3	1	2	1		3
Hovedstaden	Høje Taastrup	6	2		4		1	1		4		2			4
Hovedstaden	Hørsholm	2				2				2					2
Hovedstaden	Ishøj	1				1				1					1
Hovedstaden	København	43	17	4	4	18	6		1	36			7	1	35
Hovedstaden	Lyngby Taarbæk	5	2	1		2	2	1	1	1		1	2		2
Hovedstaden	Rudersdal	4				4				4					4
Hovedstaden	Rødovre	2				2				2					2
Hovedstaden	Tårnby	3				3				3					3
Hovedstaden	Vallensbæk	1				1				1					1
Sum	Hovedstaden	178	57	26	35	61	65	7	17	89	20	21	41	5	91

Region	Kommune	Total antal baner	Tømidler (antal baner)				Dræning (antal baner)				Aflodning af drænvand (antal baner)				
			Klorid	Acetat/ formiat	Ingen	Ukend t	Dræn- rør	Drænmå- te	Ingen	Ukend t	Ned- sivning	Regn- vands- ledning	Spilde- vands- ledning	Direkte udledning	Ukend t
Midtjylland	Favrskov	2	1			1	1	1				1		1	
Midtjylland	Hedensted	2				2				2					2
Midtjylland	Herning	6				6				6					6
Midtjylland	Holstebro	1				1				1					1
Midtjylland	Horsens	7	7				7				1	6			
Midtjylland	Ikast Brande	1				1				1					1
Midtjylland	Lemvig	1				1				1					1
Midtjylland	Norddjurs	2	1			1		1			2				
Midtjylland	Randers	3				3				3					3
Midtjylland	Ringkøbing- Skjern	2				2				2					2
Midtjylland	Silkeborg	2				2				2					2
Midtjylland	Skanderborg	2				2		1		1	1				1
Midtjylland	Skive	1				1				1					1
Midtjylland	Struer	1	1				1					1			
Midtjylland	Syddjurs	1				1				1					1
Midtjylland	Viborg	2				2				2					2
Midtjylland	Aarhus	9	6	2		2	7			2		2	3	3	1
Sum Midtjylland		45	16	2	0	28	16	3	1	25	4	10	3	4	24
Sjælland	Faxe	1				1				1					1
Sjælland	Greve	1				1				1					1
Sjælland	Guldborgsund	3				3	1			2		1			2
Sjælland	Holbæk	2				2				2					2
Sjælland	Kalundborg	2				2				2					2
Sjælland	Køge	2				2				2					2
Sjælland	Lejre	1				1				1					1
Sjælland	Lolland	1				1				1					1
Sjælland	Næstved	1				1				1					1
Sjælland	Odsherred	1				1				1					1
Sjælland	Ringsted	1				1				1					1
Sjælland	Roskilde	5	2	2		1	4			1	2		2		1
Sjælland	Slagelse	8	6		1	1	7			1		3	4		1
Sjælland	Stevns	1		1			1					1			
Sjælland	Vordingborg	2	1		1		1		1		1	1			
Sum Sjælland		32	9	3	2	18	14	0	1	17	3	6	6	0	17

Region	Kommune	Total antal baner	Tømidler (antal baner)				Dræning (antal baner)				Afløb af drænvand (antal baner)				
			Klorid	Acetat/ formiat	Ingen	Ukendt	Dræn-rør	Dræn-måtte	Ingen	Ukendt	Ned-sivning	Regn-vands-ledning	Spilde-vands-ledning	Direkte udledning	Ukendt
Nordjylland	Brønderslev	2				2				2					2
Nordjylland	Hjørring	3				3				3					3
Nordjylland	Jammerbugt	2				2				2					2
Nordjylland	Mariagerfjord	1				1				1					1
Nordjylland	Thisted	5			2	3	1			4	1				4
Nordjylland	Aalborg	2				2				2					2
Sum Nordjylland		15	0	0	2	13	1	0	0	14	1	0	0	0	14
Syddanmark	Assens	1				1				1					1
Syddanmark	Esbjerg	1				1				1					1
Syddanmark	Fredericia	2			1	1	2					1	1		
Syddanmark	Fåborg midtfyn	3				3				3					3
Syddanmark	Haderslev	3				3	1			2	1	1			1
Syddanmark	Kerteminde	1				1				1					1
Syddanmark	Kolding	3				3				3		3			
Syddanmark	Middelfart	1				1				1					1
Syddanmark	Nordfyns	2				2		1		1					2
Syddanmark	Nyborg	3				3				3					3
Syddanmark	Odense	10	7	1		2	5	3		2	3	1	4	1	1
Syddanmark	Svendborg	2				2				2					2
Syddanmark	Sønderborg	3				2				3					3
Syddanmark	Tønder	2				2				2					2
Syddanmark	Varde	1				1				1					1
Syddanmark	Vejen	1				1				1					1
Syddanmark	Vejle	6	2			4	3			3	2	1			3
Syddanmark	Åbenrå	1				1				1					1
Sum Syddanmark		46	9	1	1	34	11	4	0	31	6	7	5	1	27

Bilag 3. Estimat af antal kunstgræsbaner i DK

Samlet set giver DBU's liste og denne spørgeskemaundersøgelse ikke det fulde billede over antallet af kunstgræsbaner i Danmark. Der er derfor i nedenstående givet et estimat over antallet af kunstgræsbaner i Danmark på baggrund af oplysningerne i de to lister.

På baggrund af tilbagemeldingerne fra de kommuner, som har besvaret spørgeskemaundersøgelsen kan antallet af kunstgræsbaner registreret på både DBU's liste og i spørgeskemaet sammenlignes. Idet DBU's liste ikke er fyldestgørende, men kun dækker de baner, som DBU har givet tilskud til, er der generelt registreret flere kunstgræsbaner i spørgeskemaundersøgelsen i forhold til DBU's liste. Denne fordeling er angivet i række H i Tabel 9.1 og anvendt til at estimere det samlede antal 3. Generations kunstgræsbaner i de kommuner, hvor DBU har registreret 3. Generations kunstgræsbaner, men hvor der ikke foreligger en spørgeskema-besvarelse. Dette estimat er givet i række J i Tabel 9.1. På baggrund af oplysningerne i Tabel 2.3, hvor 2. Generations baner og 3. Generations baner (>4.000 m²) i Gentofte, Gladsaxe, Brøndby og Københavns kommuner i gennemsnit udgør 64% af det samlede antal registrerede kunstgræsbaner, estimeres det, at dette er repræsentativt for de øvrige af landets kommuner, hvor der ikke foreligger en tilsvarende kortlægning af de mindre baner (<4.000 m²).

Samlet set er der kortlagt i alt 316 kunstgræsbaner i Danmark i denne spørgeskemaundersøgelse samt på DBU's liste, heraf er de 238 3. Generations kunstgræsbaner (>4.000 m²).

Hvis de indsamlede oplysninger generaliseres ud på alle landets kommuner, forventes det, at det samlede antal af kunstgræsbaner (både 2. og 3. Generations baner) i Danmark er ca. 800, hvoraf ca. 290 er 3. Generations kunstgræsbaner (>4.000 m²), jf. Tabel 9.1

Tabel 9.1 Estimat af antal kunstgræsbaner i Danmark fordelt på regioner.

		Region					Hele Danmark
		Hovedstaden	Sjælland	Syddanmark	Midtjylland	Nordjylland	
A	2G baner registreret i spørgeskema*	53	0	4	0	1	58
B	3G baner (<4.000 m ²) registreret i spørgeskema	20	0	0	0	0	20
C	3G baner (>4.000 m ²) registreret i spørgeskema	77	18	19	22	4	140
D	Sum baner registreret i spørgeskema (række A+B+C)	150	18	23	22	5	218
E	3G baner (>4.000 m ²) tilføjet fra DBUs liste	28	14	23	23	10	98
F	Sum antal registrerede baner (række D+E)	178	32	46	45	15	316
G	3G baner (>4.000 m ²) registreret både i spørgeskema og på DBUs liste	48	10	13	15	2	88
H	Faktor (række C/F)	1,6	1,8	1,5	1,5	2,0	-
I	Total 3G baner (>4.000 m ²) registreret på DBUs liste	76	23	35	37	11	182
J	Estimat af antal 3G baner (>4.000 m ²) (række H*I)	122	41	51	54	22	291
K	Estimat af antal 2G baner og 3G baner (<4.000 m ²) (række J/36%*64%)**	217	74	91	96	39	517
L	Estimat af samlet antal 2G og 3G baner (række J+K)	339	115	142	151	61	808

* Inkl. baner (<4.000 m²) af ukendt type

** I Brøndby, Gentofte, Gladsaxe og København udgør 2G og 3G baner (<4.000 m²) ca. 64% af det samlede antal baner, jf. Tabel 2.3

Påvirkning af grundvand ved nedsivning af tømidler fra kunstgræsbaner

Der gives en opgørelse i antallet af kunstgræsbaner og anvendelsen af tømidler herpå, og herunder en række scenarier for risikoen for forurening af grundvandet med klorid fra salt. På baggrund heraf gives i rapporten en række anbefalinger i forhold til kommunernes håndtering af is og sne på kunstgræsbaner.



Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

www.mst.dk