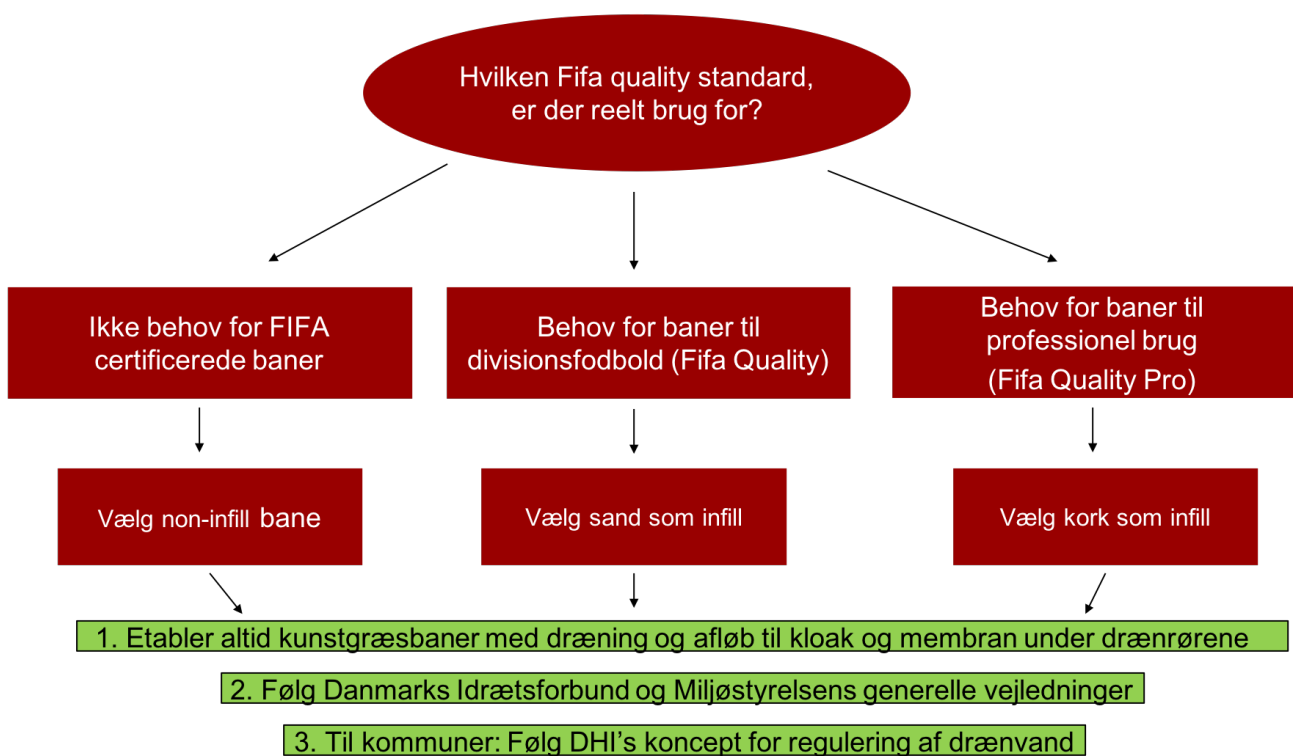


Alternativer til gummigranulat anvendt i kunstgræsbaner i lyset af EU's planlagte restriktion mod mikroplast

Lektor, Dr. techn., Ph.d. Steffen Foss Hansen, Danmarks Tekniske Universitet

Lektor, Ph.d. Kristian Syberg, Roskilde Universitet



Overordnede anbefalinger

For nuværende er det uklart, hvilket naturmateriale, ejere og folk, der ønsker at anlægge en kunstgræsbane, bør vælge ud fra miljø- og bæredygtighedshensyn. Danmarks Idrætsforbund og Miljøstyrelsen har alle udarbejdet flere gode råd og vejledninger til planlægning, vedligehold og senere afskaffelse af kunstgræsbaner, men ingen af disse tager udgangspunkt i den Europæiske Kommissions forestående forbud mod anvendelse af mikroplastik, herunder anvendelse af gummigranulat som infill til kunstgræsbaner.

I denne redegørelse har vi udarbejdet en vurdering af alternativer til anvendelsen af gummigranulater til kunstgræsbaner. På baggrund af redegørelsen anbefaler vi ejere og folk, der ønsker at anlægge en kunstgræsbane til:

1. Først kritisk at vurdere hvilken Fifa Quality standard, der reelt er brug for med hensyn til fx forventet brugstid og periode, brugergrupper, breddeidræt og/eller topidræt, krav til certificering;
2. Vælg dernæst som udgangspunkt non-infill baner i de tilfælde, hvor der ikke er behov for FIFA certificerede baner. Dvs. baner som skal kunne anvendes til divisionsfodbold
3. Vælg som udgangspunkt sand som infill, hvis der ikke er brug for baner til professionel brug (Fifa Quality);
4. Vælg som udgangspunkt kork i de tilfælde, hvor der er behov for baner til professionel brug (Fifa Quality Pro);
5. Etabler altid kunstgræsbaner med dræning og afløb til kloak og membran under drænrørene således at grundvandsrisikoen kan elimineres fuldstændig og Miljøkvalitetskravene for marine og ferske vandområder overholdes per automatik
6. Følg Danmarks Idrætsforbund og Miljøstyrelsens vejledninger om kunstgræsbaner med hensyn til generelle aspekter såsom planlægning, drift og affaldshåndtering
7. Til kommuner: Følg DHI's koncept for regulering af drænvand fra nye kunstgræsbaner.

Indholdsfortegnelse

Overordnede anbefalinger.....	2
1. Indledning	4
2. Forbud mod gummigranulat – hvorfor?.....	6
3. Følg gode råd og vejledninger fra Danmarks Idræt Forbund og Miljøstyrelsen.....	7
4. Miljø og sundhedsvurdering af alternativer til at anvende gummigranulat til kunstgræsbaner.....	10
4.1 Kemiske stoffer og beskyttelse af marine og ferske vandområder samt grundvand	10
4.2 Anvendelsen af tømidler og pesticider.....	12
4.3 Anvendelse af begrænsede ressourcer	12
4.4 Affald	13
4.5 Global opvarmning	14
4.6 Sundhed.....	15
5. Økonomiske overvejelser mht. anvendelsen af alternativer	16
6. Generelle fordele og ulemper ved anvendelse af alternativer	17
7. Opmærksomhedspunkter som går udover redegørelsens afgrænsning	21
8. Referencer	22

1. Indledning

I januar 2019 kom det Europæiske Kemikalieagentur (ECHA) med et forslag til at begrænse enhver forsætligt anvendelse af mikroplastpartikler i produkter, der anvendes af almindelige forbrugere og professionelle. I ECHA's såkaldte restriktionsforslag defineres mikroplast som "...et materiale bestående af faste polymerholdige partikler, hvortil tilsætningsstoffer eller andre stoffer kan være tilføjet, og hvor ≥ 1 % vægt/vægt af partikler har (i) alle dimensioner $1 \text{ nm} \leq x \leq 5 \text{ mm}$ eller (ii), for fibre, en længde på $3 \text{ nm} \leq x \leq 15 \text{ mm}$ og et forhold mellem længde og diameter på > 3 " (ECHA 2019a). Da syntetisk infill, uanset dets kilde, typisk består af faste polymerholdige partikler, der er mellem 0,7 og 3 mm i størrelse betyder det, at gummigranulater som anvendes som infill til kunstgræsbaner falder ind under ECHA's definition af mikroplastik. I ECHA's oprindelige forslag, vurderer man at et forbud mod anvendelsen af mikroplastik er det mest effektive tiltag med en overgangsperiode på seks år (ECHA 2019a).

ECHA's risikovurderingskomiteer støtter ECHA's forslag om implementering af et forbud mod anvendelsen af mikroplastik som infill og en overgangsperiode på seks år. ECHA's komite for socio-økonomisk analyse bemærkede, at det foreslåede forbud koster mere end implementering af diverse risikostyringsforanstaltninger som anvendes til at begrænse spredning af mikroplast fra kunstgræsbaner, men at et forbud ville være mere effektivt til at forhindre frigivelse af mikroplast på lang sigt. Den Europæiske Kommission træffer deres endelig afgørelse efter at den konsoliderende udtalelse fra begge udvalg er publiceret (ECHA 2019b).

Alt i alt må man med al rimelighed forvente, at gummigranulater bestående af brugte bildæk eller andre syntetiske elastomere materialer vil være fuldstændigt forbudt til anvendelse på kunstgræsbaner om seks år.

Det vil sige, at med nyligt anlagte kunstgræsbaner står mange danske kommuner og fodboldklubber i en uheldig situation som konsekvens af Kommissionens forventede implementering af et generelt forbud mod anvendelsen af mikroplastik og specifikt for gummigranulat anvendt på kunstgræsbaner.

I denne redegørelse udarbejdes en vurdering af alternativer til anvendelsen af gummigranulater¹ til kunstgræsbaner. Specifikt, foretages:

1. En analyse af funktionen af gummigranulat anvendt på kunstgræs og af allerede offentliggjorte vurderinger af frigivelse af granulat og mikroplast fra kunstgræsbaner;
2. En identifikation af mulige alternativer såsom a) non-infill baner, b) anvendelsen af sand som infill (4. generations kunstgræsbaner) samt anvendelse af c) organisk eller plantebaseret infill såsom kork, ris, kakaoskaller, olivensten og kokosnøddeskaller i kombination med sand.
3. En vurdering af egnethed og tilgængelighed af mulige alternativer (teknisk, økonomisk, samlet risikoreduktion)
4. En evaluering af fordele og ulemper ved de nuværende vurderingskriterier af diverse alternativer og anbefalinger om, hvordan man tilpasser sig.

¹ I visse sammenhænge anvendes betegnelsen "syntetisk infill" om de granulater, der anvendes i kunstgræsbaner.

Redegørelsen er udarbejdet på foranledning af Rådet for Grøn Omstilling af lektor Dr. techn., Ph.d. Steffen Foss Hansen fra Danmarks Tekniske Universitet og lektor og Ph.d. Kristian Syberg fra Roskilde Universitet i efteråret 2020.

Redegørelsen tager udgangspunkt i følgende rapporter og vejledninger:

1. “Kunstgræsbaner. Alternativer til gummigranulat som infill og erfaringer med banepleje” udarbejdet af konsulentfirmaet COWI og Teknologisk Institut for Miljøstyrelsen (COWI og Teknologisk Institut 2020)
2. “Koncept for regulering af drænvand fra nye kunstgræsbaner” udarbejdet af DHI til BIOFOS A/S og HOFOR A/S (DHI 2017)
3. “Kunstgræsbane vejledning” udarbejdet af DBU (2020) og
4. “Kunstgræsbaner til idræt – Inspiration og gode råd til planlægning af Kunstgræsbaner” udarbejdet af DIF (Lindemann 2020)
5. “Environmentally friendly substitute products for rubber granulates as infill for artificial turf fields” udarbejdet af Bauer et al. (2017) for det Norske Miljødirktoratet.

Ligeledes tages indstillinger udarbejdet af det Europæiske Kemikalieagentur samt opinionerne fra dette agents to videnskabelig ekspertkomiteer for henholdsvis risikovurdering og socio-økonomisk analyse til efterretning, og der indhentes data og analyser fra videnskabeligt peer-review litteratur.

Formålet med redegørelsen er at give en konkret anbefaling til, hvilket alternativ til gummigranulater på kunstgræsbaner som danske kommuner og fodboldklubber bør anvende og ligeledes skitseres en proces igennem hvilken, disse aktører kan finde frem til det alternativ, der passer bedst til de behov, de har. Alternativer vurderes på baggrund af deres bæredygtighed samt i hvilket omfang, de påvirker miljø og sundhed. Desuden undersøges det, hvorvidt de er teknisk gennemførlige, økonomisk mulige og om de er tilgængelige. Der ses bort fra alle typer kunstgræs som anvender gummigranulat som infill, dvs. såkaldte 3. generations kunstgræsbaner som består af polyethylen-fibre med sand og gummigranulat som infill. Der ses ligeledes bort fra såkaldt hybridgræs, da spilletiden er begrænset i sommerhalvåret samt 1. generations kunstgræs, som typisk består af polyamid fibre taftet på en syntetisk bagside, på grund af banernes dårlige spillemæssige egenskaber (COWI 2017, Lindemann 2020, Bø et al. 2020).

2. Forbud mod gummigranulat – hvorfor?

Den manglende nedbrydning og potentialet for skadelige effekter eller bioakkumulering af mikroplast er grunden til ECHA's bekymring, da mikroplastpartikler kan bestå i mange år og praktisk taget er umulige at fjerne, når de først er frigivet til miljøet. Det på trods af, at det ikke på nuværende tidspunkt er muligt at bestemme effekter af langvarig eksponering på miljøet. ECHA anslår, at gennemførelsen af de foreslåede foranstaltninger vil resultere i en kumulativ emissionsreduktion på ca. 400.000 tons mikroplast over en 20-årig periode til en omkostning på ca. € 9,4 mia. Kvantificering er ikke mulig for alle sektorer, men den gennemsnitlige omkostningseffektivitet af undgåede emissioner estimeres til at være € 23 pr. kg pr. år, men spænder fra € 1 til € 820 pr. kg pr. år (ECHA 2019a). Anvendelse af gummigranulater til infill i kunstgræsbaner er kun en af mange anvendelser af mikroplastik, som ECHA's restriktionsforslag omhandler. Formålet med infill er at stabilisere banens græstæppe og har til formål at støtte stråene i at opretholde en vertikal position og give en vis stødabsorption/eftergiveness, som man kender det fra almindelige græsbaner. Der er igennem årene foretaget en række vurderinger af frigivelsen af granulat og mikroplast fra kunstgræsbaner overalt i Europa og i Danmark. Ifølge ECHA's risikovurderingskomite vil emissionen af mikroplast fra kunstgræsbaner, der alene anslås at være 16.000 t pr. år, reduceres med 90% som konsekvens af forbuddet. Til sammenligning er den samlede emission af mikroplast til miljøet 42.000 t pr. år for alle andre anvendelser end kunstgræsbaner (ECHA 2019b, ECHA 2020).

I Danmark vurderes det samlede forbrug af gummigranulat og –pulver til at være 10.000-15.000 t/år og deraf bruges langt hovedparten til kunstgræsbaner, legepladser, atletikbaner og lignende. Der bruges omkring 100-120 tons gummigranulat til infill til en almindelig fodboldbane (Lassen et al. 2015, COWI 2017). Det vurderedes i 2015 af Lassen et al. (2015), at der fjernes og utilsigtet spredes 450-790 tons mikroplast pr. år fra Danmarks – på det tidspunkt 254 – kunstgræsbaner. Den samlede mængde udgjordes af infill-materiale (380-640 t pr. år) og afslidte fragmenter fra kunstige græs fibre (70-150 t pr. år). Samlet set svarer det til, at omkring 5% af gummigranulaterne hvert år forsvinder fra kunstgræsbanerne (COWI og Miljøstyrelsen 2018) og som derfor løbende skal erstattes. Forbruget af infill-granulater er 3-5 tons om året for en standard fodboldbane, hvoraf det vurderes af Lassen et al. (2015), at udslippet udgør halvdelen, mens den anden halvdel skyldes sammenpresning af gummigranulaterne på banerne. I en nyligt publiceret undersøgelse af forbruget af infill-granulater i Norge på en standard 11-mands sammenholdt med opgørelser fra genanvendelsesindustrien viser, at der ikke kan redegøres for mere end halvdelen af granulaterne. I alt 83 tons per bane som formodes at være endt i miljøet (Bø et al. 2020).

Hvordan infill-granulaterne spredes i miljøet i Danmark, ved man ikke nok om, men i Norge har flere kommuner forbudt opførelsen af flere baner med gummigranulat efter en undersøgelse af mikroplast i naturen viste, at kunstgræsbaner var den næststørste kilde til mikroplast i jorden, næstefter vejene (Holgerson 2018). Forskerne fandt flere kilogram gummigranulat pr. kvadratmeter i nærheden af banerne og et sted fandt man mere end 18 kilo granulat på ned til seks centimeter dybde (Coutris 2017). I Danmark har Teknologisk Institut lavet en vurdering for Genan A/S af fordeling af massebalancen for gummigranulat ved inddragelse af den nyeste litteratur. Med en gennemsnitlig mængde tilsat gummigranulat til infill på 2,2 ton pr. år pr. bane findes det, at der udledes mellem 2,5 – 35,2 kg til vandmiljøet via renseanlæg, regnvandsbassin og direkte udledning (Løkkegaard et al. 2019).

3. Følg gode råd og vejledninger fra Danmarks Idræt Forbund og Miljøstyrelsen

Der findes en række vejledninger, som det er vigtigt og nyttigt at tage udgangspunkt i, når man som kommune og fodboldklub skal finde ud af, hvilket alternativ til gummigranulater til kunstgræsbaner man bør anvende. To af disse vejledninger er opsummeret i tabel 1. Derudover, anbefales det at kommunerne følger det koncept som DHI (2017) har udviklet i forbindelse med deres behandling af ansøgninger om anlæg, drift og vedligehold af kunstgræsbaner og at ansøger indhenter en række basisoplysninger som indsendes til kommunen i forbindelse med udarbejdelsen af ansøgningen om tilslutnings-, udlednings- eller nedsivningstilladelse (se tabel 5.1 fra DHI 2017 som er gengivet som tabel 2 forinden).

Tabel 1: Opsummering af DIF og Miljøstyrelsens vejledninger (Lindemann 2020; COWI og Miljøstyrelsen 2018)

Som udgangspunkt	Planlægningsfasen	Anvendelse, drift og vedligehold	Udskiftning eller nedlæggelse af banen
<p>1. Vælg kunstgræs, der er fremstillet af genanvendelige materialer</p> <p>2. Vælg ud fra anvendelse og undgå infill, hvis det ikke er nødvendigt</p> <p>3. Foretag de nødvendige fysiske tiltag for at undgå spredning af granulatet</p> <p>4. Vælg en kunstgræstype, som er produceret uden bindefibre</p> <p>5. Vælg en kunstgræsleverandør, som sørger for senere genbrug af kunstgræsbanen</p> <p>6. Vær opmærksom på, at kunstgræsbanen kan give anledning til støj- og lysgener</p> <p>7. Anvend Miljøstyrelsens vejledning om kunstgræsbaner</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fastlæg formålet med kunstgræsbanen, fysiske placering, støj, lys og afledning af drænvand. • Kontakt kommunen og hold møde med de fagpersoner, der skal involveres i beslutninger om tilladelser og godkendelser. • Indhente oplysninger til VVM-screening af projektet og andre tilladelser og indsend ansøgning til kommunen. • Afsæt god tid til myndighedernes sagsbehandling og offentlige høringer • Tal med naboerne og indled en dialog • Kontakt leverandør eller producent for at få oplysninger om indholdet af problematiske stoffer i gummi-granulat, kunstgræs etc. • Skaf dokumentation fra leverandøren eller producenten om udvaskning af stoffer fra de forskellige materialer i kunstgræsbanerne. • Overvej alternativer til kemiske tømidler. • Træf beslutning om, hvilke fysiske tiltag der skal etableres omkring banen for at mindske spredningen af mikroplast • Træf beslutning om tiltag til at sikre færrest mulige støj- og lysgener for naboerne. • Ansøg kommunen om tilladelse til afledning af drænvand. • Vær bevidst om at valget af affaldshåndteringsmetoden har betydning for miljø og økonomi 	<ul style="list-style-type: none"> • Prioritér så vidt muligt mekanisk, manuel snerydning og snelukning frem for brug af vejsalt og andre kemisketømidler • Overvej om banen blot kan lukkes i en periode, hvor sneen bliver liggende på banen. • Overvej hvordan bekæmpelse af ukrudt på banen, kan gøres manuelt eller mekanisk • Vær opmærksom på aftalen mellem Miljøministeren, Danske Regioner og KL om fortsat afvikling af brugen af plantebeskyttelsesmidler på offentlige arealer • Sørg for at spillere og driftsmedarbejdere kender og følger de gode sundhedsråd såsom at vaske hænder, rense sår og om ikke at sluge granulat. • Sørg for at spillere og driftsmedarbejdere bruger de fysiske tiltag, der skal mindske spredning af mikroplast • Indfør kompenserende lys og støjtiltag, hvis nødvendigt når banen er taget i brug • Husk afledningsbidraget, hvis drænvand afledes til en spildevandskloak og husk at monitere drænvand, hvis dette er et krav i tilslutningstilladelsen • Sørg for at indhente dokumentation for at supplerende granulat også overholder krav til indholds-stoffer og udvaskningstest • Minimér affald ved at adskille granulat fra øvrigt affald, så mest muligt granulat kan genbruges • Fasthold dialogen med naboer (støj og lysgener) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fjernelse af kunstgræsset og ansvaret for at minimere spredning af mikroplast bør udbydes og overføres til specialistfirmaer • Vær særligt opmærksom på evt. forurening med mobile stoffer, hvis der er tale om kunstgræsmaterialer af ældre dato • Afmeld tilladelsen til at aflede drænvand hos kommunen eller forsyningsselskabet, når banen nedlægges. • Undersøg den spillemæssige kvalitet af kunstgræsset, før genbrug og genanvendelse til fodboldspil og andre sportsgrene eller fritidsaktiviteter overvejes • Tjek affaldshierarkiet, når det skal besluttes, hvordan det udtjente kunstgræs skal håndteres og kontakt kommunens miljøafdeling <p>Overvej om kunstgræsset skal eksporteres som affald i hel eller sorteret tilstand og hvordan det skal klassificeres</p>

Tabel 2: Basisoplysninger som ansøger bør indsende til kommunen i forbindelse med ansøgningen om tilslutnings-, udlednings- eller nedsivningstilladelse (Fra DHI 2017).

Tabel 5.1 Minimum indhold i en ansøgning om tilslutnings-, udlednings- eller nedsivningstilladelse af drænvand fra kunstgræsbaner til kommunen.

Indhold i ansøgning	Uddybende beskrivelse
Ansøger	Navn, adresse, CVR, kontaktperson (navn, telefon, email-adresse)
Anlæg	Beskrivelse af anlægget, inkl. tegninger Placering af anlægget, inkl. kort Areal af anlægget (både kunstgræsareal og samlet areal)
Drænsystem	Beskrivelse af drænsystem, inkl. afløbstegetninger Drænrør (afstand og dybde), drænmåtte eller andet
Håndtering af drænvand	Forventet håndtering af drænvand: Nedsivning, afdræning til kloak, afdræning med direkte udledning til recipient
Andet spildevand og overfladeafstrømning	Afledning af andet spildevand og/eller overfladeafstrømning fra befæstede arealer
Anvendte materialer (fx græsmåtte, infill, gummipad, drænmåtte)	For samtlige materialer: Produkt navn, type og fabrikant Datablade og leverandørbrugsanvisninger REACH erklæring omkring eventuelt indhold af stoffer på kandidatlisten Dokumentation for resultater fra udvaskningstest (DIN18035-7, se Afs. 5.1.2) med målinger af: <ul style="list-style-type: none"> ○ Som minimum målte koncentrationer af TOC, BOD5, tungmetaller, phthalater (DEHP, DIBP, DBP, BBP), alkylphenol + alkylphenoethoxylater (nonyl, octyl), phenol, benzothiazole samt pH i eluatet ○ Resultater fra akut økotoxicitetstest (alger (OECD 201), Daphnia magna (OECD 202) og eventuelt fisk) af eluatet (OECD 203) ved direkte udledning af drænvand til vandområde ○ Resultater fra eventuel nitrifikationshæmningstest af eluatet ved afledning af drænvand til kloak Testene skal være foretaget på det anvendte materiale og må maksimalt være tre år gamle. Dokumentationen bør bestå af officielle testrapporter med angivelse af analyseinstitut, akkreditering hvis muligt, dato, testmateriale (type og produkt navn) samt analyseresultater.
Kemikalier	For samtlige anvendte kemikalier (fx lim, tømidler og pesticider): <ul style="list-style-type: none"> ○ Leverandør ○ Sikkerhedsdatablad ○ Evt. andre datablade/leverandørbrugsanvisninger
Referencer til andre anlæg	Evt. henvisning til andre kunstgræsbaner med dokumenteret samme system/materialer (græsmåtte, infill, gummipad mm.), inkl. analyserapporter for indhold af kemiske stoffer i drænvand
Drift og vedligehold af banen	Oplysning om, hvorvidt banen vil blive holdt sne- og isfri om vinteren og i givet fald hvordan, og hvilket tømiddel der vil blive anvendt Oplysning om, hvordan banen vil blive holdt fri for ukrudt og mos
Vurdering af Bedste Tilgængelige Teknik (BAT)	Ansøger bør dokumentere, at der er indhentet dokumentation fra flere mulige materialevalg, samt redegøre for, hvorfor de udvalgte materialer er BAT i forhold til miljømæssige egenskaber (herunder udvaskning og bortskaffelse), spillemæssige egenskaber og økonomi

4. Miljø og sundhedsvurdering af alternativer til at anvende gummigranulat til kunstgræsbaner

Selvom man følger de anbefalinger som Danmarks Idræts Forbund og COWI og Miljøstyrelsen har udarbejdet, vil mange danske kommuner og sportsklubber skulle vælge mellem en række mulige og tilgængelige alternativer til anvendelsen af gummigranulater til kunstgræsbaner. Det drejer sig primært om a) non-infill baner, b) anvendelsen af sand som infill (4. generations kunstgræsbaner) samt anvendelse af c) organisk eller plantebaseret infill såsom kork, ris, kakaoskaller, olivensten og kokosnøddeskaller i kombination med sand. I vurderingen af disse, er der en række aspekter som man skal holde sig for øje: Indhold af kemiske stoffer, beskyttelse af marine og ferske vandområder samt grundvand, behov for anvendelse af tømidler og pesticider, sundhedsskadelige effekter forbundet med anvendelsen af kunstgræsbaner, mm.

4.1 Kemiske stoffer og beskyttelse af marine og ferske vandområder samt grundvand

Non-infill baner indeholder ingen kemiske stoffer i deres infill, da der selvsagt ikke er noget infill og deraf sluttet det, at der ikke er noget sundheds- og miljømæssige risici forbundet med non-infill baner.

I baner med infill anvendes der sand og i den forbindelse, er det vigtigt at være opmærksom på at sand er en begrænset ressource som der kan være negative miljøkonsekvenser forbundet med at udvinding. Ifølge Bauer et al. (2017) kan der være anvendt flokkuleringsmiddel til at rengøre sand, som evt. indeholder akrylamid og rengøringsmidler. Akrylamid er kræftfremkaldende skønt de flokkuleringsmidlerne ikke er skadelige for miljøet. Udvinning af silika sand kan påvirke grundvandet på grund af blandt anden anvendelsen af tung maskinel, spild og udslip af olie, kemikalier, run-off fra forurenede områder. Minedrift kan ligeledes gøre at grundvandet bliver mere surt, hvilket igen kan føre til opløsning af minerals som jern og mangan. Selve mine aktiviteterne kan ydermere forårsage fjernelse af grundvand som påvirker eventuelle boringer i nærheden.

Generelt gælder det at granulater af naturmaterialer vurderes at indeholde færre kemiske tilsætningsstoffer end SBR-granulat og gummigranulater baseret på andre gummytyper (COWI og Miljøstyrelsen 2018). Antallet af undersøgelser af indholdet af miljø- og sundhedsskadelige stoffer i de organiske infill-materialer er dog begrænset. Ifølge Bauer et al. (2017) er det en generel regel at organiske infill materialer er behandlet antimikrobielt for at undgå nedbrydning. Anvendelse af flammehæmmere er ligeledes blevet rapporteret. I en undersøgelse foretaget af Nilsson et al. (2008) for Miljøstyrelsen blev der dog ikke fundet miljø- og sundhedsskadelige stoffer i solventekstrakt fra kork infill.

Forudsat at de ikke er kemisk behandlet, konkluderer Massey et al. (2020) at sand og organisk baserede materialer sandsynligvis ikke giver anledning til bekymring relateret til flygtige organiske forbindelser, polyaromatiske hydrocarboner, ftalater og vulkaniseret gummi. Ifølge, Massey et al. (2020) indikerer begrænsede testdata tilstedeværelsen af zink, og i enkelte tilfælde af bly i koncentrationer over detektionsgrænsen. Yderligere påpeger Massey et al. (2020) at svampesporer, allergener eller andet biologisk aktivt støv, samt krystallinsk silikastøv, muligvis kan være tilstede i visse alternativer, herunder noget sand og organisk baserede materialer.

Udover selve indholdet af kemiske stoffer og tungmetaller i infill, er det ligeledes afgørende hvor meget der udvaskes fra disse alternativer. I Danmark, har DHI i 2013 og 2017 gennemført i alt 158 stikprøver af drænvand fra 45 kunstgræsbaner i 19 kommuner. 5 baner brugte sand som infill, mens 1 brugte kokos/kork. Henholdsvis 32, 6 og 1 bane brugte SBR bildæksgranulat, gråt industrigummi og grønt industrigummi som infill. For alle spildevandsparametre målt i drænvand fra kunstgræsbaner med infill, er sand og kork/kokos infill, de banematerialer med mindst udledning af klorid, bly, kobber, zink, diethylhexylftalat (DEHP) og phenoler. Kun i tilfælde af DEHP udledes der mindre fra kork/kokos infill end fra sand. I tilfældet af kobber og nonylphenol udleder gråt industrigummi mindre end kork/kokos infill, men i begge tilfælde udledes der mindst fra sand (DHI 2017).

Middel-/maksværdien af zink målt i drænvand fra baner med sand (18/44 µg/l) overskrider de eksisterende grænseværdier for marine og ferske vandområder og det samme gælder for total phosphat (Total P) (0,27/0,63 mg/l), arsen (1,4/1,8 µg/l), kobber (12/18 µg/l) og zink (96/109) µg/l for kork/kokos infill. For alle disse værdier gælder det, at de ligger under grænseværdier for afledning til kloak som er henholdsvis 13, 100 og 3000 µg/l for arsen, kobber og zink (COWI 2017). Mht. metallerne er det afgørende at bemærke at antallet af prøver er begrænset til 9 prøver fra 5 baner med sand og 3 prøver fra 1 bane med kork/kokos infill og at datagrundlaget er spinkelt. Derudover, er det vigtigt at bemærke at prøverne til analyse for metaller i princippet skal filtreres, eftersom grænseværdierne gælder for det opløste metal, da antagelsen er at det kun er det opløste metal som er biotilgængeligt (DHI 2017, COWI 2017).

Ifølge DHI (2017) og COWI og Miljøstyrelsen (2018) er det især typen og oprindelsen af infill-materialet, der har indflydelse på koncentrationen af miljøskadelige stoffer, men selve kunstgræstæppet kan også have en betydning. I bynære områder som det centrale København og Nordsjælland, kan atmosfærisk deposition af metaller være den primære kilde til koncentrationen af kobber observeret i drænvand fra kunstgræsbaner (DHI 2013). Ifølge DHI (2017) skyldes det, at den atmosfæriske deposition af kobber i nedbør for perioden 2003-2007 var ca. dobbelt så høj som middelkoncentrationen af kobber målt i drænvand fra kunstgræsbaner.

I tilfældet af kemisk og biologisk oxiderbare stoffer (COD/BOD) så indikerer drænvandsundersøgelser foretaget af DHI (2017), at udledning af organiske materialer til marine og ferske vandområder fra en kunstgræsbane med infill af kork/kokos kan være over de udledningskrav på 75 mg/l COD og 15 mg/l BI5 som er fastsat for renseanlæg i spildevandsbekendtgørelsen for disse vandområder. I den forbindelse er det vigtigt at være opmærksom på, at i alle prøverne er koncentrationen under 15 mg/l BI5 med undtagelse af i en enkelt prøve som ifølge DHI (2017) blev taget efter anvendelsen af et organisk tømiddel.

Mht. grundvandsbeskyttelse konkluderer COWI (2017) at: "Datagrundlaget er for spinkelt til at kunne drage endelige konklusioner vedrørende den relative grundvandsrisiko fra de forskellige infill materialer" men at det ser ud til, at sand infill indebærer den mindste grundvandsrisiko efterfulgt af kork/kokos-infill, gråt industrigummi infill og sidst, sort SBR fremstillet af udtjente bildæk.

Ligeledes påpeges det, at grundvandsrisikoen kan fuldstændig elimineres ved at etablere kunstgræsbaner med dræning og afløb til kloak COWI (2017). Dog skal det understreges, at der skal lægges en membran under drænrørene for at sikre, at al vand ender i kloakken via drænrørene (Holgersen 2018).

4.2 Anvendelsen af tømidler og pesticider

I forbindelse med anvendelse af kunstgræsbaner om vinteren, anvendes tømidler såsom salt i et vist omfang til at forhindre dannelsen af is og faciliterer, at vand kan ledes væk fra banen. Brug af vejsalt, såvel som organiske tømidler baseret på acetat og formiat kan påvirke miljøet negativt og tømidler kan også udgøre et potentielt grundvandsproblem, især hvis kunstgræsbanen ligger inden for et indvindingsopland eller et boringsnært beskyttelsesområde (BNBO) til en vandforsyningsboring, eller hvis den ligger inden for et område med særlige drikkevandsinteresser, såkaldte OSD (COWI og Miljøstyrelsen 2018).

Mængden af salt, der historisk er blevet anvendt varierer fra bane til bane. Baseret på data indsamlet i 2016 for anvendelse af tømidler på 106 kunstgræsbaner i 2015 (Andersen og Kjær 2017), er der fundet anvendt op til 10.000 kg salt pr. kunstgræsbane pr. år. På 50% af banerne anvendtes NaCl og på 25 % af dem anvendtes et eller flere alternative midler, primært CMA og natriumformiat. På de sidste 25% af banerne anvendtes ingen tømidler og med planlægning, omtanke og fornuftigt valg af metode er det ifølge Andersen og Kjær (2017) muligt at holde forbruget af tømidler på et minimalt niveau. Ifølge COWI og Miljøstyrelsen (2018) viser erfaring, at periodevis snelukning samt mekanisk og manuel fjernelse af sne og is er tilstrækkeligt i mange situationer (DHI 2013, COWI og Miljøstyrelsen 2018).

Græs og ukrudt kan med tiden begynde at vokse frem på kunstgræsbanerne. Ligesom ved anvendelsen af tømidler, kan bekæmpelse af græs og ukrudt med pesticider være problematik for vandmiljøet og for grundvandet (COWI og Miljøstyrelsen 2018). I Danmark, var der primo 2018 ifølge COWI og Miljøstyrelsen ikke pesticider som er specifikt godkendt til anvendelse på rekreative arealer og befæstet areal så som kunstgræsbaner og derfor må disse ikke markedsføres og anvendes. I stedet for anvendelse af pesticider anbefales manuel eller mekanisk fjernelse (DHI 2013, COWI og Miljøstyrelsen 2018).

4.3 Anvendelse af begrænsede ressourcer

Når man overvejer alternativer til gummigranulater, er det vigtigt at holde sig for øje at visse alternativer ligeledes er begrænsede ressourcer.

Sand, som dels kan anvendes som infill i 4. generations kunstgræsbaner og som ligeledes anvendes sammen med en række andre infill alternativer, er en begrænset ressource globalt set (Torres 2017, Holgersen 2018). I 2014, vurderede Copenhagen Economics på vegne af Danske Regioner at Danmark stort set er selvforsynede med hensyn til sand, grus og sten. I alt blev knap 50 mio. tons sand, grus og sten anvendtes i Danmark i 2014 og heraf blev kun 5% produceret udenlands. Det vurderes dog ligeledes at er råstoffer tilbage til mellem 14 og 43 års indvinding med udgangspunkt i de områder, der er udlagt til råstofindvinding i dag (Copenhagen Economics 2017).

Bauer et al. (2017), COWI og Teknologisk Institut (2020) stiller spørgsmål ved hvorvidt der kunne opstå forsyningsproblemer med levering af nok organisk infill materiale, hvis anvendelsen af materialerne skulle blive mere udbredt.

Kork skal være af en vis kvalitet for at kunne anvende som infill. Ifølge en række interessenter citeret i Bauer et al. (2017) findes der ikke nok kork i tilstrækkelig høj kvalitet til at møde et eventuelt fremtidigt globalt behov, skulle man beslutte at substituere SBR-granulat med kork infill. Ifølge en leverandør - ligeledes citeret i Bauer et al. (2017) - er det ikke et problem, som de kan genkende og ECHA's videnskabelige komiteer ser heller ej tilgængeligheden af kork som noget, der ser ud til at udgøre et problem. Produktion af kork har stået på i hundreder af år i overvejende Portugal og Spanien. Portugal producerer mere end 100.000 tons kork pr. år fra ca. 660.000 ha korklandskaber. Det svarer til mere end 50% af verdens korkmarked. Spanien, Frankrig og Italien har henholdsvis 440.000, 110.000 og 90.000 ha korklandskaber. Kork har primært været anvendt til brug som vinflaskepropper, men korkindustrien er blevet truet da alternativer såsom plastpropper eller skruetoppe er blevet meget populære. Ifølge ECHA's videnskabelig komiteer vil anvendelsen af kork som infill i kunstgræsbaner blive hilst velkommen af korkproduktionssektoren (ECHA 2019c). ECHA vurderer ligeledes, at tilgængeligheden på kork ikke ser ud til at være noget problem da en nyinstalleret bane med kork-infill anvender 9,88 tons kork og derefter vedligeholdes ved tilførsel af yderligere 0,09 tons kork pr. bane pr. år (ECHA 2019c).

De tyske og engelske fodboldforbund, Deutscher Fußball-Bund eV (DFB) og The Football Association (FA) er citeret for at udtrykke bekymring om den manglede bæredygtighed af brugen af kork som infill. Denne bekymring deles ikke af FIFA eller af ECHA's videnskabelige komiteer. I en redegørelse udarbejdet af Eunomia Research & Consulting Ltd (2017) for FIFA bemærkes det at: "The use of cork as infill is identified as environmental suitable alternative to plastic infills, but may also have wider benefits both environmentally and socially for a number of Mediterranean countries that rely on cork farming." Yderligere, skal det bemærkes at bevarelsen af korklandskabet også er vigtig for bevarelsen af biodiversiteten (ECHA 2019b) og er anerkendt som værende habitat for en række truede dyrearter. Et korktræ, der er 80 år, producerer 40-60 kg naturlig kork, men i modsætning til normal træproduktion og fældning høstes kork ved at fjerne barken hvert 9. til 12. år uden at det er til skade for træet. Det betragtes som en unik bæredygtig praksis og beskæftiger over 100.000 mennesker (ECHA 2019c). Hvis kork ikke høstes er der fare for brand, overgræsning, konvertering og nedbrydning samt stigning i ørkendannelse, hvilket vil føre til en reduktion af biodiversiteten, herunder de truede arter såsom Barbary hjorth, Spansk los og Spansk Kejsørørn, der er unikke for denne type habitat (Eunomia Research & Consulting Ltd 2017). Dermed kan man ikke sige at kork fremstilles på arealer som kunne anvendes til fødevarerproduktion.

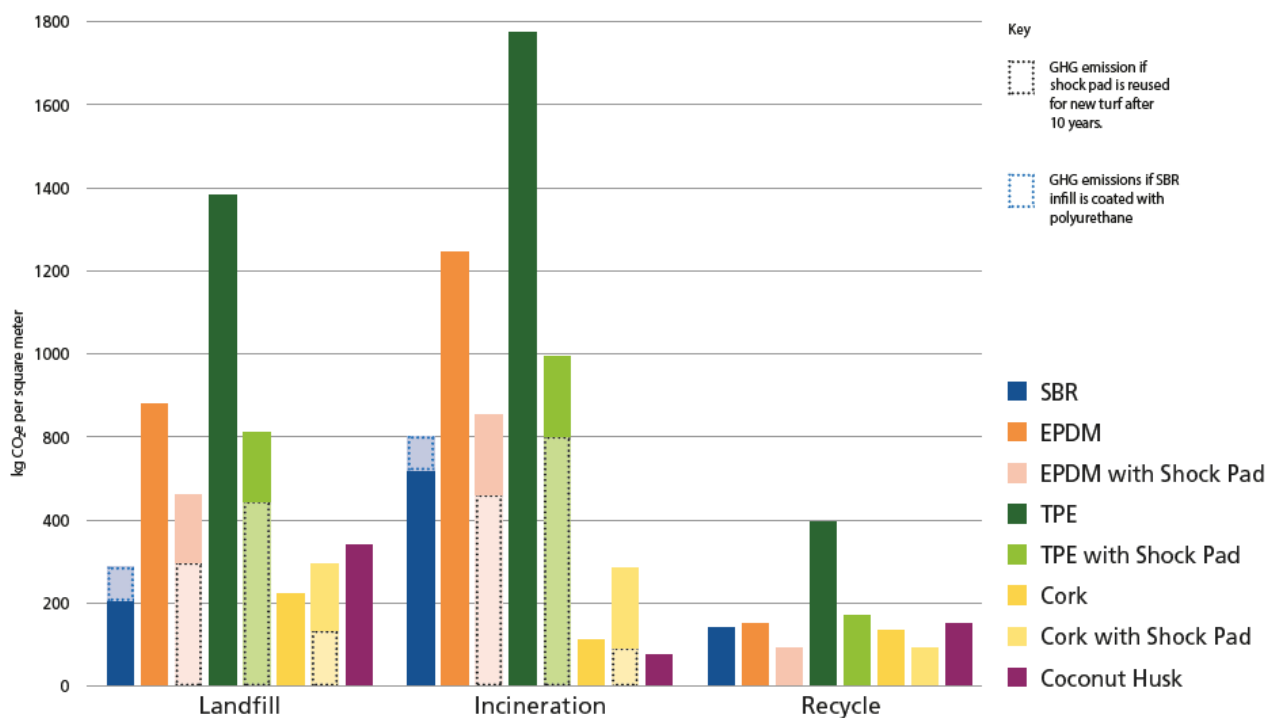
4.4 Affald

Ifølge producenterne giver baner uden infill baner, der er fuld genanvendelige og hvor der er fuld kontrol over plastikken (COWI og Teknologisk Institut 2020), mens sand kan genbruges eller bortskaffes uden begrænsning (Bauer et al. 2017). I Norge har man stillet krav om genbrugssand fra andre baner til fundamentet af nye baner for at undgå at få et affaldsproblem for den type sand (COWI og Teknologisk Institut 2020) og det benyttes i vidt omfang (Björn Aas, *personlig kommunikation, November 2020*). Generelt gælder det, at anvendelsen af organisk infill såsom kork, olivenkerner, osv. opfattes som nedbrydeligt i naturen da det må formodes, at der vil ske langsom nedbrydning og kompostering af materialet, som ved anden biomasse i naturen (Lindemann 2020, COWI og Teknologisk Institut 2020). Infill-materialer kan ifølge COWI og Teknologisk Institut (2020) frasepareres ved behandling af kunstgræsbanen efter endt levetid, men det er uklart om materialerne

vil kunne genbruges, genanvendes eller vil kunne spredes på jord efter oprensning for evt. rester af plastikstrå.

4.5 Global opvarmning

Eunomia Research & Consulting Ltd (2017) har for FIFA sammenlignet forskellige former for infill og deres potentielle bortskaffelsesveje med hensyn til emissionen af CO₂ pr. m² over produktets livscyklus (se figur 1). I beregningerne indgår råmaterialer, fremstilling, transport, installation, vedligeholdelse og endeligt bortskaffelsesmuligheder. For alle typer infill er genbrug at foretrække for alle produkter. For organisk infill som kork er gevinsten dog lille sammenholdt med forbrænding. Anbringelse på losseplads vil derimod medføre en markant større udledning af CO₂ (Eunomia Research & Consulting Ltd 2017). Det skal bemærkes at det ikke fremgår af Eunomia Research & Consulting Ltd (2017) hvorledes selve CO₂-beregningerne er foretaget og hvilke input-output-datausikkerheder, der måtte være tale om. Bauer et al. (2017) oplyser, at der er behov for mindre energi og forarbejdning i forbindelse med produktion af sand som infill sammenlignet med infill-materialer som er baseret på fossile brændstoffer.



Figur 1: Sammenligning af forskellige former for infill og deres potentielle bortskaffelsesveje med hensyn til emissionen af CO₂ over produktets livscyklus pr. kvadratmeter (Fra Eunomia Research & Consulting Ltd 2017).

4.6 Sundhed

Med hensyn til non-infill baner citeres den engelske miljøstyrelsen (DEFRA) i en spørgeundersøgelse foretaget af COWI og Teknologisk Institut (2020) for ”at der har været problemer med spilleegenskaber og spillerskader på nogle typer af baner uden infill, herunder manglende fodfæste og problemer med brandsår ved fald på kunstgræstæpper, medmindre banerne vandes ekstra”. Non-infill baner er hårdere end baner med infill og kan derfor forårsage flere hudafskrabninger, hvilket også er hvorfor disse ikke er FIFA certificerede (Bauer et al. 2017). Kvaliteten af andre elementer af 4. generations kunstgræsbaner, såsom shockpad, er her afgørende for brugsoplevelsen (Björn Aas, *personlig kommunikation, November 2020*).

Skader på spillerne, som følge af anvendelse af kunstgræsbaner, er ligeledes noget som har været til meget diskussion. Der er mange forhold, der har indflydelse på risikoen for skader, og ifølge COWI og Teknologisk Institut (2020) er det ikke muligt entydigt at sige, om brug af alternativer generelt vil medføre flere eller færre skader.

Der har været en omfattende diskussion af frigivelsen af sundhedsskadelige stoffer fra kunstgræsbaner som anvender SBR-granulater som infill. Alternative organiske infill-materialer baseret på restprodukter fra fødevarerproduktion såsom olivensten og kokos forventes ikke at indeholde skadelige stoffer da de kun indeholder de stoffer, som forekommer ved dyrkning af fødevarerne (COWI og Teknologisk Institut 2020). Dog nævner Massey et al. (2020) muligheden for at anvendelsen af forskellige nøddeskaller som infill kan være en kilde til bekymring om hvorvidt der kan opstå problemer med hensyn til nøddeallergi og der findes firmaer som markedsfører sig med, at de kan eliminere allergener til en koncentration under 2,4 mg/kg (US Greentech 2020).

Ifølge ECHA (2019c) findes der rapporter om at kork associeres med forskellige svampearter såsom *Penicillium glabrum*-komplekset som kan resultere i luftvejssygdomme blandt korkarbejdere fx suberose. Alle beskrivelser af disse tilfælde i litteraturen omhandler arbejdere i korkfabriker som har været kronisk eksponeret til høje koncentrationer af korkpartikler og skimmel og det er uklart om hvorvidt disse studier er relevante for brugere af kunstgræsbaner med kork infill. ECHA (2019c) har ikke været i stand til at finde rapporter om sundhedsfare associeret med kork som endelig produkt og at der skulle være nogen farer ved anvendelsen af kork vurderes at være usandsynligt.

Sand kan i sig selv anvendes som infill og sand blandes ligeledes ofte med andre af de tilgængelige alternativer til gummigranulater i kunstgræsbaner. Bauer et al. (2017) og Massey et al. (2020) påpeger at størrelsen og kilde til sandpartiklerne kan påvirke sikkerheden og at silika, den vigtigste komponent af sand er kræftfremkaldende, hvis det indåndes i form af krystallinsk silikastøv. Det anvendes så vidt vides ikke på nuværende tidspunkt (Björn Aas, *personlig kommunikation, November 2020*), men industriel sand, der er frisk brudt, eller som har været stærkt forarbejdet til at indeholde meget små partikler, kan udgøre en respirationsfare. Det er derfor vigtigt at forstå kilden og undgå frisk brudt sand eller hvor, der har været genereret åndbar krystallinsk silika i forarbejdningen under ikke tilfredsstillende arbejdsmiljøforhold.

5. Økonomiske overvejelser mht. anvendelsen af alternativer

COWI og Teknologisk Institut har lavet et estimat for anlægs- og driftsomkostninger på tværs af alternativerne til anvendelsen af gummigranulater til kunstgræsbaner på baggrund af oplysninger fra forhandlere af disse (COWI og Teknologisk Institut 2020). Ifølge forhandlerne, koster det 4-5 mio. kr. at anlægge en standard SBR-bane med en levetid på 10 år. Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger skønnes at ligge i størrelsesordenen 250.000-320.000 kr. pr. år hvoraf materiel og drift og vedligehold af maskiner udgør omkring 70 procent og 30% går til mandetimer. Afledningsbidrag kan løbe op i mellem 60.000-180.000 kr. om året afhængigt af drænvandsvolumen og m³-pris (COWI og Miljøstyrelsen 2018). Prisen pr. m² for non-infill baner fra europæiske leverandører ligger ifølge Bauer et al. (2017) på 160 NOK og 190 NOK alt efter hvilken tykkelse af tæppe, der er tale om, dvs. hhv. 20 mm eller 25 mm. Ifølge producenterne har baner uden infill en levetid på 10 år og ved fuld udnyttelse på 1600 h pr. år anbefales én fejning pr. uge med maskine med tandhjulsløfter monteret med kost. Mht. drift er det ligeledes en fordel at anvende sand som infill alene, da det ikke er nødvendigt at efterfylde granulat og implementere tiltag for at begrænse spredningen af granulat. Ifølge COWI og Teknologisk Institut (2020) medfører dette en reduktion i omkostningerne til granulat på ca. 200.000 kr. Saltning/vintervedligehold er ligeledes ikke nødvendig. Omkostning til anlæggelse er 5,05 mio. kr. pr. bane, hvoraf kunstgræs og sand koster ca. 2,2-2,5 mio. kr. Omkostninger ved drift er ca. 77.000 kr. pr. år (Lindemann 2020, COWI og Teknologisk Institut 2020). Dog afhænger sidstnævnte meget af om hvorvidt der er vinterdrift eller ej og hvordan kunstgræsbanen er bygget op (Björn Aas, *personlig kommunikation*, November 2020). Generelt gælder det at anlægsudgifterne for baner med organisk infill kan være såvel lavere som højere end udgiften til en SBR-baseret bane. Ifølge COWI og Teknologisk Institut (2020) varierer disse ikke med mere end ca. 20% mellem materialerne. Til gengæld kan selve det alternative infill som anvendes være mellem ca. 100.000 kr. og 1,2 mio. kr. dyrere pr. bane over en periode på 10 år afhængig af alternativet (COWI og Teknologisk Institut 2020).

Grundet korks porøsitet forventes mindre levetid af kunstgræsbaner med kork-infill sammenlignet med baner som anvender SBR-granulat. Effektivt dræn er afgørende, da kork ellers kan have en tendens til at flyde væk. Derudover er der behov for en højere plejefrekvens eller anvendelse af flere strå i græstæppet for at holde på materialet. Meromkostning ved en korkbane er 400.000-800.000 kr. set i forhold til omkostningen ved anlæggelse af en kunstgræsbane med SBR-granulat (Kokkegård 2018, COWI og Teknologisk Institut 2020).

Forudsat, at der er reducerede vedligeholdelsesomkostninger ved anvendelsen af alternative infill-materialer og forudsat at kunstgræsbaner med SBR-infill ikke skal omlægges til alternativer inden udløbet af banernes levetid, er det overordnet set ikke entydigt, at ejere af kunstgræsbaner vil have omkostninger forbundet med at skifte til alternative infill-materialer. Det skyldes at infill-materialet kun udgør en mindre del af de samlede anlægs- og driftsomkostninger. Omlægges banerne før tid, vil der være engangsomkostninger forbundet med dette (COWI og Teknologisk Institut 2020).

Set i lyset af, at ECHA's restriktionsforslag vil træde i kraft efter en transitionsperiode på seks år betyder det, at alle ejere af kunstgræsbaner, som er anlagt inden for i seneste fire år og som anvender gummigranulater, skal kalkulere med en investering i at omlægge til et alternativt infill-produkt.

6. Generelle fordele og ulemper ved anvendelse af alternativer

Der findes en række fordele ved anvendelsen af alternativer til gummigranulater til kunstgræsbaner og nogle enkelte ulemper, som man skal være opmærksom på (se tabel 3).

Først og fremmest er det vigtigst at understrege at hovedparten af alternativerne kan overholde det internationale fodboldforbund FIFA's krav til spilbarhed i henhold til standarderne FIFA Quality (offentlige og rekreative baner) eller FIFA Quality PRO (baner til professionelt brug) (COWI og Teknologisk Institut 2020). FIFA Quality baner kan anvendes til kampe i DBU-turneringer, på lokalunionsniveau og til træning, mens FIFA Quality Pro defineres som baner, der kan anvendes til kampe på højeste niveau og til elitespilleres træning (DHI 2017).

Som påpeget af DIF bruges kunstgræsbaner mest af børn og unge og der er ikke behov for at alle kunstgræsbaner i Danmark anlægges med udgangspunkt i elitesport (Lindemann 2020). Ifølge Høyer-Kruse et al. (2017) anvendes kunstgræsbaner i 82% af tiden af unge mellem 7-24 år. I tilfældet af at der ikke er behov for baner til elite og professionelt brug findes der to gode alternativer, som man kan vælge imellem. Det bedste umiddelbare alternativ vil være, at man undgår brugen af infill og dermed anlægges såkaldte non-infill baner. Det gør, at man ikke behøver at tænke på indhold af kemikalier i infill, drænvand, opsamling, mm. (COWI og Teknologisk Institut 2020). Et andet alternativ er at anvende sand som infill også kendt som 4. generations kunstgræs. Disse baner består af polyethylen-fibre i to lag med sand som infill og med fx krølfibre. Dette alternativ er generelt godt og kan, ifølge DIF (Lindemann 2020), sagtens anvendes til træning, motion, breddeidræt og børneidræt, men de ikke anses for at være FIFA Quality PRO.

Der findes en række organiske alternativer til gummigranulat som infill til kunstgræsbaner såsom kork, ris, kakaoskaller, olivensten og kokosnøddeskaller i kombination med sand. Ifølge COWI og Teknologisk Institut (2020) inkluderer fordele ved anvendelsen af biobaserede alternativer til gummigranulat som infill til kunstgræsbaner, at disse absorberer mindre varme, at de er bionedbrydelige over en rimelig tid i naturen, at de ikke bidrager med mikroplast til naturen, de er uden indhold af klassificerede stoffer og at restprodukter fra fødevarerproduktion ikke konkurrerer med andre fødevarerprodukter om landbrugsareal.

COWI og Teknologisk Institut (2020) nævner ligeledes en række ulemper ved biobaserede infill-materialer. Baner med kork skal vandes i varme somre og materialerne kan visse tilfælde ikke kan overholde FIFA Quality-kravene i mere end 2-5 år. Ifølge Bjørn Aas fra Norwegian University of Science and Technology gælder det samme for baner med gummigranulater og problemet er mere relateret til græsstråene end det anvendte infill (Björn Aas, *personlig kommunikation, November 2020*).

Kork har ligeledes den ulempe at det nemt flyder ved kraftig regn og derfor er god dræning afgørende. Det samme gælder for varmebehandlet kork, der har den fordel at vandabsorptionen er mindsket, men derimod er et let materiale som igen gør at man anbefales at anvende flere strå pr. m² for at holde på materialet. Til en korkbane anbefales omkring 150.000 strå pr. m², mens der normalt anbefales 110.000 strå pr. m² til en kunstgræsbane med SBR-infill. Kork, kokos, ris, kakaoskaller har den fordel at de forbliver på banen selv under kraftig regn (COWI og Teknologisk Institut 2020). Det nævnes at olivesten har den fordel at de ikke nedbyrdes væsentligt efter 10 år og at de ikke



konkurrerer med fødevare-/foderproduktion da olivensten er et restprodukt fra fødevareproduktion, som ikke kan anvendes til foder el.lign. (COWI og Teknologisk Institut 2020). Produktionen af fyrretræer og sukker kan potentielt optage landbrugsareal, som kunne have været udnyttet til fødevareproduktion. Yderligere kan der muligvis være problemer med forsyningssikkerheden (COWI og Teknologisk Institut 2020), hvilket ikke vurderes at være et problem for af korsk.

Tabel 3: Oversigt over alternativer til SBR-gummigranulat med hensyn til skader, sundheds- og miljøskadelige stoffer, risici for marine og ferske vandområder, mm.

	Non-infil	Sand	Kork	Kokosnøddeskaller	Ris	Kakaoskaller	Olivensten
Skader	Banerne skal vandes ekstra for at undgå manglende fodfæste og problemer med brandsår	<ul style="list-style-type: none"> Ikke muligt entydigt at sige, om brug af alternativer generelt vil medføre flere eller færre skader 					
Sundhedsskadelige stoffer	Ingen	<ul style="list-style-type: none"> Flokkuleringsmiddel kan indeholder kræftkaldende stoffer Krystallinsk silikastøv 	<ul style="list-style-type: none"> Mulig tilstedeværelse af svampesporer og allergener eller andet biologisk aktivt støv Luftvejssygdomme blandt korkarbejdere associeres med forskellige svampearter Uklart hvorvidt nøddeskaller kan være en kilde til bekymring med hensyn til nøddeallergi 				
Indhold af kemiske stoffer	Ingen		<ul style="list-style-type: none"> Ingen miljø- og sundhedsskadelige stoffer fundet i solventekstrakt fra kork infill Olivensten og kokos forventes kun at indeholde de stoffer, som forekommer ved dyrkning af fødevarerne Kan indeholde rester af antimikrobielle stoffer og flammehæmmere 				
Risici for marine og ferske vandområder	Ingen	Middel-/maksværdien af zink målt i drænvand fra baner overskrider de eksisterende grænseværdier for marine og ferske vandområder	Middel-/maksværdien af total fosfat (Total P), arsen, kobber og zink målt i drænvand fra baner overskrider grænseværdier for kork/kokos infill				
Risici for grundvand	Ingen	Udvinning af silika sand kan påvirke grundvandet lokalt	Risici kan fuldstændig elimineres ved at etablere kunstgræsbaner med dræning, membran under drænrørene og afløb til kloak				
Global opvarmning	Ingen	Mindre energibehov ifm. produktion	Genbrug er at foretrække efterfulgt af afbrænding. Anbringelse på losseplads vil medføre en markant større udledning af CO ₂ og anses ikke for at være acceptabelt.				
Tømidler	<ul style="list-style-type: none"> Mekanisk eller manuelt fjernelse af sne og is Oplagsplads omkring banen til afryddet sne og evt. til maskiner Indret oplagsplads så infill granulat, der er opblandet i sneen, kan opsamles og ikke spredes Overvej periodevis snelukning i stedet for anvendelse af tømidler 						
Pesticider	<ul style="list-style-type: none"> Mekanisk eller manuelt fjernelse af græs og ukrudt Bemærk: Ingen godkendte pesticider til anvendelse på offentlige arealer og til anvendelse på befæstede arealer 						

Begrænset ressource	Ikke et problem	Kan være et problem	Vurderes til ikke at være et problem	Kan være at infill fremstilles på arealer som kunne anvendes til fødevarerproduktion
Drift	<ul style="list-style-type: none"> • Anlægsudgifter ligger på omkring 5,05 mio. kr. pr. bane, hvoraf kunstgræs og sand koster ca. 2,2-2,5 mio. kr. • Norske erfaringer siger 160-190 NOK pr. m² • Omkostninger ved drift oplyses til at være ca. 77.000 kr./år • Ved fuld udnyttelse på 1600 h pr. år anbefales én fejning pr. uge med maskine med tandhjulsløfter monteret med kost • Ikke nødvendigt at efterfylde granulat, hvilket medfører en omkostningsreduktion på ca. 200.000 kr. • Ikke nødvendigt med tiltag for at begrænse spredningen af granulat • Saltning pga. vintervedligehold er ligeledes ikke nødvendig. 		<ul style="list-style-type: none"> • Anlægsudgifter varierer ikke med mere end ca. 20% mellem materialerne • Meromkostning ved en korkbane er 400.000-800.000 kr. sammenlignet med kunstgræsbaner med SBR-infill • Infill kan være mellem ca. 100.000-1,2 mio. kr. dyrere pr. bane over 10 år afhængig • Korkbaner forventes at have en mindre levetid sammenlignet med SBR-infill baner • Effektivt dræn er afgørende, da kork ellers kan have en tendens til at flyde væk • Kan være behov for en højere plejefrekvens • Kan være behov for anvendelse af flere strå i græstæppet 	
Affald	Fuld genanvendelige	Kan genbruges eller bortskaffes uden begrænsning	Infill skal frasepareres ved behandling af kunstgræsbanen efter endt levetid. Infill er nedbrydeligt i naturen	

7. Opmærksomhedspunkter som går udover redegørelsens afgrænsning

Der er en række aspekter og uafklaret spørgsmål som man bør være opmærksom på i fremtiden.

- Indtil videre har der været begrænset fokus på græsstråene, som ligesom infill, er en afgørende del af en kunstgræsbane. Det er velkendt at der er og kan være DEHP i disse. Lassen et al. (2015) har vurderet at afslidte fragmenter fra kunstige græs fibre svarer til at der frigives mellem 70-150 t pr. år og DEHP er et stof som er på kandidatlisten over Substances of Very High Concern;
- Undersøgelser af indholdet af miljø- og sundhedsskadelige stoffer og allergener i kork og oliven er begrænset og for andre organiske alternativer er disse ikke eksisterende. Det ville være fordelagtigt med en opdateret undersøgelse samt en kortlægning af udbredelsen af anvendelsen af antimikrobielle stoffer og flammehæmmere i forbindelse med organiske infill materialer;
- ECHA (2019c) har ikke været i stand til at finde rapporter om sundhedsfare associeret med kork som endelig produkt og det er noget, som man skal være opmærksom på om hvorvidt, der kommer i fremtiden;
- Massey et al. (2020) nævner muligheden for at anvendelsen af forskellige nøddeskaller som infill kan være en kilde til problemer med hensyn til nøddeallergi. Det er for nuværende uvist, om hvorvidt dette er et reelt problem og igen, er det noget, som man skal være opmærksom på om hvorvidt, der fremkommer mere viden om i fremtiden.

8. Referencer

- Andersen, J.A., Kjær, K.B. 2017. Påvirkning af grundvand ved nedsivning af tømidler fra kunstgræsbaner. Miljøprojekt nr. 1935. Miljøstyrelsen. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/05/978-87-93529-92-2.pdf>
- Bauer, B., Egebaek, K., Aare, A.K. 2017. Environmentally friendly substitute products for rubber granulates as infill for artificial turf fields. Report M-955/2018. Oslo, Norway: Norwegian Environmental Agency. <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M955/M955.pdf>
- Bø, S. M., Bohne, R. A. Aas, B. Hansen, L. M.: 2020. Material flow analysis for Norway's artificial turfs. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 588 (2020) 042068 doi:10.1088/1755-1315/588/4/042068
- Copenhagen Economics 2017. Råstoffer Er der behov for en national strategi? Danske Regioner. Videncenter for miljø og ressourcer. https://www.regioner.dk/media/5365/copenhageneconomics_raastofferer-der-behov-for-en-national-strategi_2017.pdf
- Coutris C., Rivier P.A., Fongen M., Treu A., Joner E.J. 2017. Kartlegging av gummigranulat/mikroplast i jord nær kunstgressbaner: Hoslebanen, Nadderudbanen og Føykabanen. *NIBIO*. ISBN: 978-82-17-02024-0
- COWI 2017. Kunstgræsbaner – kortlægningsrapport. Miljø- og Fødevarerministeriet Miljøstyrelsen. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/04/978-87-93614-99-4.pdf>
- COWI og Miljøstyrelsen 2018. Vejledning om kunstgræsbaner Planlægning, drift og affaldshåndtering. Miljø- og Fødevarerministeriet Miljøstyrelsen. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/05/978-87-93710-25-2.pdf>
- COWI og Teknologisk Institut 2020. Kunstgræsbaner Alternativer til gummi- granulat som infill og erfaringer med bane- pleje Miljøprojekt nr. 2124. Miljø- og Fødevarerministeriet Miljøstyrelsen. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2020/02/978-87-7038-164-2.pdf>
- DBU 2020. Kunstgræsbane vejledning. Dansk Boldspil Union. <https://www.dbu.dk/turneringer-og-resultater/kampe-og-baner/kunstgraes-og-multibaner/kunstgraesbane-vejledning/>
- DHI 2013. Miljø- og sundhedsskadelige stoffer i drænvand fra kunstgræsbaner. Vurdering af eksisterende analyseresultater på danske kunstgræsbaner samt supplerende måleprogram på to udvalgte baner. Lynettefællesskabet I/S. <http://regnvandskvalitet-abc.teknologisk.dk/media/1037/miljoe-og-sundhedsskadelige-stoffer-i-draenvand-fra-kunstgraesbaner.pdf>
- DHI 2017. Koncept for regulering af drænvand fra nye kunstgræsbaner. BIOFOS A/S og HOFOR A/S. https://envina.dk/sites/default/files/koncept_regulering_draenvand_kunstgraesbaner.pdf

ECHA 2019a. Annex XV Restriction Report. Proposal for a restriction. 2019 Aug 22. European Chemicals Agency. <https://echa.europa.eu/documents/10162/05bd96e3-b969-0a7c-c6d0-441182893720>

ECHA 2019b. RAC backs restricting intentional uses of microplastics ECHA/NR/20/19.]. European Chemicals Agency Available from: <https://echa.europa.eu/-/rac-backs-restricting-intentional-uses-of-microplastics>

ECHA 2019c. Committee for Risk Assessment (RAC) Committee for Socio-economic Analysis (SEAC) Annex to Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on rubber granules (PAHs in synthetic turf infill granules and mulches) ECHA/RAC/RES-O-0000001412-86-279/F ECHA/SEAC/[Opinion No (same as opinion number)]. European Chemicals Agency <https://echa.europa.eu/documents/10162/0d2fcdfe-2f4b-3448-000d-b5aca25bd961>

ECHA 2020. Committee for Risk Assessment (RAC) Committee for Socio-economic Analysis (SEAC) Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on intentionally-added microplastics. ECHA/RAC/RES-O-0000006790-71-01/F. European Chemicals Agency. Available: <https://echa.europa.eu/documents/10162/23665416/restmicroplasticsopinionrac16339en.pdf/b4d383cd-24fc-82e9-cccf-6d9f66ee9089>

Eunomia Research & Consulting Ltd 2017. Environmental impact study on artificial football turf. FIFA <https://football-technology.fifa.com/en/media-tiles/environmental-impact-study-on-artificial-football-turf/>

Holgersen, S. 2018. Kunstgræs Miljøproblemerne er begrænsede, men Miljøstyrelsen tilråder dog forsigtighed. Grønt Miljø 8: 4-6. Oktober 2018. <http://grontmiljo.dk/wp-content/uploads/2019/02/gm818.pdf>

Høyer-Kruse, J., Bundgård Iversen, E., Forsberg, P. 2017. Idrætsanlægs benyttelse og brugernes tilfredshed. Center for forskning i Idræt, Sundhed og Civilsamfund, Syddansk Universitet. <https://idan.dk/vidensbank/downloads/idraetsanlaegs-benyttelse-og-brugernes-tilfredshed/a71b61ff-506d-4195-8423-a81f00ab6bd9>

Kokkegård, H. 2018. På kunstgræsbanen hos Tingbjerg Idrætspark har man erstattet det sædvanlige gummigranulat fra gamle bildæk med kork. Ing 4. okt 2018. (<https://ing.dk/artikel/koebenhavnske-fodboldspillere-skal-spille-paa-miljoevenlig-kork-214790>)

Lassen, C., Hansen, S.F., Magnusson, K., Norén, F., Hartmann, N.B., Jensen, P.R., Nielsen, T.G., Brinch, A. 2015. Microplastics Occurrence, effects and sources of releases to the environment in Denmark Environmental project No. 1793, 2015. Ministry of Environment and Food The Danish Environmental Protection Agency. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2015/10/978-87-93352-80-3.pdf>

Lindemann, C. 2020. Kunstgræsbaner til idræt Inspiration og gode råd til planlægning af kunstgræsbaner. Danmarks Idrætsforbund. <https://www.dif.dk/-/media/difdk/om-dif/pdf-filer/faciliteter/kunstgrsbaner-s---s-inspiration-s-og-s-gode-s-rd.pdf?la=da>

Løkkegaard, H., Malmgren-Hansen, B., Nilsson, N.H. 2019. Massebalancer af gummigranulat, som forvinder fra kunstgræsbaner - med fokus på udledning til vandmiljøet. Teknologisk Institut. https://www.genan.dk/wp-content/uploads/2020/02/Teknologisk-Institut_Massebalancer-af-gummigranulat-fra-kunstgræsbaner_Maj-2019_v1.pdf

Massey, R., Pollard, L., Jacobs, M., Onasch, J., Harari, H. 2020. Artificial Turf Infill: A Comparative Assessment of Chemical Contents. NEW SOLUTIONS: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy 0(0) 1–17. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1048291120906206>

Nilsson N.H., Malmgren-Hansen, B, Thomsen, U.S. 2008. Kortlægning, emissioner samt miljø- og sundhedsmæssig vurdering af kemiske stoffer i kunstgræs. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 100, 2008. Miljøstyrelsen. <http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2008/978-87-7052-847-4/pdf/978-87-7052-848-1.pdf>

Torres, A., Brandt, J., Lear, K., Liu, J. 2017. A looming tragedy of the sand commons. Science 357 (6355): 970-971

US Greentech 2020. Safeshell. <https://usgreentech.com/infills/safeshell/>