



Kunstgressbaner etter REACH-forbudet: Kostnader og alternativer for nye/rehabiliterede baner i overgangsperioden fram til 2031

Rapport utarbeidet for Miljødirektoratet, november 2023

M-2652|2023

Om Oslo Economics

Oslo Economics utreder samfunnsfaglige problemstillinger og gir råd til bedrifter, myndigheter og organisasjoner. Våre analyser kan være et beslutningsgrunnlag for myndigheter, et informasjonsgrunnlag i rettslige prosesser, eller for interesseorganisasjoner. Vi forstår problemstillingene som oppstår i skjæringspunktet mellom marked og politikk.

Oslo Economics er et samfunnsfaglig rådgivningsmiljø med erfarne konsulenter med bakgrunn fra offentlig forvaltning og ulike forsknings- og analysemiljøer. Vi tilbyr innsikt basert på bransjeerfaring, fagkompetanse og et nettverk av samarbeidspartnere.

Om Mepex

Mepex er et konsultentselskap med et sterkt fagmiljø innen avfall og gjenvinning og har over flere år opparbeidet seg et bredt kompetansenettverk og en omfattende kunnskapsdatabase. Våre medarbeidere har solid kunnskap og bred avfallsfaglig kompetanse.

Vi utfører oppdrag for ulike aktører, innenfor hele avfallspyramiden – og langs hele verdikjeden til alle typer produkter og materialer.

Kombinasjonen av å arbeide med planlegging, praktisk gjennomføring og drift gir oss innsikt i de utfordringer som ulike aktører står overfor

Kunstgressbaner etter REACH-forbudet: Kostnader og alternativer for nye/rehabiliterede baner i overgangsperioden fram til 2031/ OE-rapport 2023/98

© Oslo Economics, 28. november 2023

Kontaktperson:

Guro Landsend Henriksen / Partner

ghl@osloeconomics.no, Tel. 928 04 648

Foto/illustrasjon: iStock.com/Halfpoint

Innhold

Sammendrag	4
1. Om oppdraget, metode og informasjonsinnhenting	5
1.1 Beskrivelse av oppdraget	5
1.2 Informasjonskilder	5
2. Forventet utskiftning av kunstgressbaner fram til 2031	6
2.1 Om datagrunnlaget	6
2.2 Forventet utskiftning av kunstgressbaner	6
2.3 Antall baner bygget etter 2020	8
3. Kostnad for risikominimerende tiltak under forskriften og tilhørende miljøeffekter	10
3.1 Om forskriften	10
3.2 Kostnader for å gjennomføre risikominimerende tiltak	10
3.3 Reduserte utslipp av plastholdig fyll ved gjennomføring av risikominimerende tiltak	14
4. Erfaringer og kostnader for kunstgressbaner med alternative fyllmaterialer og plastholdig løst fyllmateriale	17
4.1 Alternativer til plastholdig løst fyll i kunstgressbaner	17
5. Referanser	24

Sammendrag

Oslo Economics har på oppdrag fra Miljødirektoratet utarbeidet et kunnskapsgrunnlag som belyser kostnader fra etablering av risikominimeringstiltak under Forurensningsforskriften kapittel 23A, og brukererfaringer og faktiske kostnader for kunstgressbaner som benytter alternativer til plasholdig fyll. Utredningen er basert på gjennomgang av relevante rapporter, intervjuer og tilgjengelig statistikk.

Basert på NFFs oversikt over kunstgressbaner per 1. januar 2023 er det 1 572 baner som vil være modne for utskiftning innen utgangen av 2031. I 2021 og 2022 er 195 kunstgressbaner blitt bygget nye eller rehabilitert. 155 av banene har plasholdig fyll, mens 40 baner har ikke-plasholdig fyll. Olivenkjerner er det alternative fyllmaterialet som er mest utbredt.

Kostnaden for etablering av risikominimerende tiltak avhenger av utførelse og kvalitet. Kommuner gjennomfører ofte tiltak som er mer varige og som har høyere materialkvalitet enn idrettslag. Erfaringstall indikerer at kostnaden varierer fra 300 000 kroner til 1,5 millioner kroner. Etablering av fysiske barrierer er den største enkeltkostnaden og kostnaden varierer fra under 100 000 til over 1 million kroner, avhengig av materiale. Kvalitet og utførelse av tiltak har stor betydning på hvorvidt tiltakene fungerer til sin hensikt, men effekten av tiltakene er også i stor grad avhengig av riktig drift og vedlikehold av baner.

Det er stor variasjon når det gjelder spillerfaringer og livsløpskostnader for kunstgressbaner med alternativer til plasholdig fyll. Generelt er brukererfaringer gode for kunstgressbaner hvor kork/kokos og andre myke materialer er benyttet som ifyll. Kork/kokos og andre organiske materialer holder på fuktighet og er derfor ikke egnet for vinterdrift ettersom ifyllet fryser, med mindre det etableres undervarme på banen. Olivenkjerner egner seg for helårsdrift. Enkelte viser til gode spillererfaringer med bruk av olivenkjerneer, mens andre opplever at olivenkjerner blir for hardt og fører til mer skader. Variasjonen i tilbakemeldingene synes å samsvare med kvaliteten på kunstgressmatta.

Kunstgressbaner med alternativer til plasholdige fyll har generelt høyere investeringskostnader. Erfaringene er at for kunstgressbaner som benytter kork som ifyll er det behov for etterfylling som følge av at korken smuldrer opp, eventuelt flyter bort, og driftskostnadene er som følge høyere enn ved bruk av gummigranulat. Aktører som har betalt for et kunstgresssystem med høyere kvalitet (høyere fibertetthet) forteller at drift- og vedlikeholdskostnadene er redusert, og at den ekstra investeringskostnaden ikke nødvendigvis fører til høyere levetidskostnader.

1. Om oppdraget, metode og informasjonsinnhenting

Oslo Economics har på oppdrag fra Miljødirektoratet utarbeidet et kunnskapsgrunnlag som belyser kostnader for gjennomføring av tiltak i forurensningsforskriften kapittel 23A, og brukererfaringer og faktiske kostnader for kunstgressbaner som bruker alternativer til plastholdig fyll.

1.1 Beskrivelse av oppdraget

EU vedtok i september 2023 et forbud mot tilsatt mikroplast. Restriksjonene innebærer at det ikke lenger er lov å omsette plastholdig løst fyllmateriale til bruk i kunstgressbaner fra oktober 2031. I praksis vil det si at det fra 2031 ikke lenger skal være mulig å kjøpe plastholdig gummigranulat/SBR eller andre type syntetiske fyllmaterialer.

I Norge er bruk av plastholdig løst fyllmateriale på idrettsbaner i dag regulert i forurensningsforskriften kapittel 23A. Forskriften fastsetter krav til idrettsbaner der plastholdig løst fyllmateriale brukes. Formålet med forskriften er å hindre utslipp og spredning av plastholdig løst fyllmateriale.

Miljødirektoratet ønsker gjennom dette oppdraget å få mer kunnskap om kostnader og effekt av forskriftskravene som følger av forurensningsforskriften kapittel 23A og konsekvenser av kommende forbud mot omsetning av tilsatt mikroplast i kunstgressbaner. Rapporten gir en oversikt over:

- Antall baner som er modne for utskifting frem til 2031, forutsatt gjennomsnittlig levetid på 12 år
- Kostnader for etablering av risikominimerende tiltak som følger av forurensningsforskriften kapittel 23A
- Kostnader for etablering av en 11' kunstgressbane med plastholdige løse fyllmaterialer (SBR), satt i et livsløpsperspektiv
- Antall baner som er bygget i Norge fra året 2021 der det brukes alternative materialer til plastholdig fyllmateriale, samt brukererfaringer fra disse banene så langt
- Kort beskrivelse av alternativer til plastholdige fyllmaterialer, tilgang til disse og egnethet til norsk klima samt kostnadene, satt i et livsløpsperspektiv

Informasjonen i rapporten er basert på informasjon innhentet i perioden august til november 2023.

1.2 Informasjonskilder

Utredningen er basert på dokumentstudier av relevante rapporter, intervjuer og egne beregninger. Sentrale datakilder er beskrevet i det følgende.

Dokumentstudier

Sentrale dokumenter som er benyttet i rapporten er:

- KG2021 Sluttrapport (KG2021, 2023)
- Kassert kunstgress og plastholdig, løst fyllmateriale (Mørch-Kontny & Mekki, 2022)
- Kunstgressboka (Kulturdepartementet, 2015)
- Utforming av miljøvennlige kunstgressbaner (Norges fotballforbund, 2019)
- Innhenting av supplerende informasjon om løst plastbasert innfyllmateriale (Norconsult, 2018)
- Bø, S.M., Michelsen, O., Rasmussen, F.N, Aas, B. og Bohne, R.A. (2023) *Dynamic material flow analysis of microplastics lost from artificial turfs: A case study from Norway*. [Under review]

Intervjuer

I forbindelse med utarbeidelse av kunnskapsgrunnlaget har vi sendt ut intervjuforespørsler til om lag 65 aktører og har gjennomført samtaler med:

- 18 kommuner og idrettslag
- Norges Fotballforbund (NFF)
- Dansk Boldspil-Union (DBU)
- Bjørn Aas, prosjektleder for KG2021-prosjektet (tilknyttet COWI, tidligere NTNU)
- Siri Marie Bø, stipendiat ved Senter for idrettsanlegg og teknologi, NTNU

Datakilder

I beregningene av antall baner og oversikt over bruk av alternative fyll har vi benyttet oss av Norges Fotballforbunds oversikt over kunstgressanlegg «Kunstgressbaner i Norge per 1.1.2023» (NFF, 2023). Oversikten over kunstgressbaner er oppdatert 1. januar 2023. Det vil si at den ikke inkluderer informasjon om etablering av nye anlegg eller rehabilitering av anlegg som er gjennomført i 2023.

2. Forventet utskifting av kunstgressbaner fram til 2031

I NFF sin oversikt over kunstgressbaner i Norge per 1. januar 2023 er det registrert 2 062 baner totalt. 46 av banene som er registrert mangler informasjon til å kunne vurdere levetid.

NFF sin oversikt inkluderer 1 867 utendørs kunstgressbaner hvor det er oppgitt tilstrekkelig informasjon til å vurdere banenes levetid. Av disse vil 86 prosent (1 572 baner) ha oppnådd en levetid på 12 år i løpet av 2031 og dermed være modne for utskifting. Av disse er 62 prosent (971 baner) 11-baner. 586 av banene som vil være modne for utskifting i løpet av 2031 er bygget eller rehabilitert før 2012 og har allerede oppnådd en levetid på 12 år. I perioden 2020 til 2022 er det bygget 237 nye kunstgressbaner med plastholdig fyll.

Dette kapitlet har som formål å svare ut analyse spørsmålene:

- Antall baner som er modne for utskifting i løpet av overgangsperioden (fram til 2031), tatt i betraktning gjennomsnittlig levetid på 12 år
- Antall baner som er blitt bygget i Norge fra året 2021 da forurensningsforskriftens kapittel 23A trådte i kraft

2.1 Om datagrunnlaget

I beregningene av antall baner som er modne for utskifting i perioden fram til 2031 har vi basert oss på Norges Fotballforbund sin oversikt over kunstgressbaner i Norge (NFF, 2023). Oversikten inneholder status for kunstgressbaner, fordelt på krets, per 1. januar 2023. Vi har ikke oversikt over nye kunstgressbaner eller kunstgressbaner som er skiftet ut i løpet av 2023.

NFF vurderer datagrunnlaget å være av god kvalitet. NFF opplyser at oversikten er basert på følgende informasjonskilder:

- Egenrapportering fra idrettslag og kommuner
- Informasjon fra leverandører som leverer anlegg i Norge. NFF tar hvert år kontakt med aktuelle leverandører og mottar en oversikt over anlegg de har rehabilitert eller hvor de har levert nye baner

- NFF gjennomfører kryssreferanser mot andre registre (registeret for «kampbaner»)

Oversikten fra NFF mangler i stor grad informasjon om kunstgresstype. For kunstgressbaner hvor det ikke er inkludert informasjon om fyllmateriale har vi lagt til grunn at disse benytter gummigranulat (SBR) som fyll. I forbindelse med informasjonsinnhenting har vi også avdekket noen avvik i opplysninger som er registrert i NFF sin oversikt. Disse er i hovedsak knyttet til type fyll som benyttes eller banetype.

2.2 Forventet utskifting av kunstgressbaner

I NFF sin oversikt over kunstgressbaner i Norge per 1. januar 2023 er det registrert 2 062 baner. 46 av disse mangler det informasjon om byggeår, rehabiliteringsår og/eller banetype. Disse er derfor ikke inkludert i analysen.

For resterende 2 016 baner er 1 867 av disse utendørsbaner og 149 innendørsbaner (treningshall eller storhall), se Tabell 2-1.

Tabell 2-1: Oversikt over type og antall registrerte baner i Norge per 1. januar 2023

Type bane	Antall	
Utendørs	Sum	1 867
	11-bane	1 179
	9-bane	67
	7-bane	621
Innendørs	Sum	149
	Treningshall	31
	Storhall	118
Totalt i utvalget		2 016
Baner med manglende info		46
Totalt		2 062

Kilde: NFF (2023)

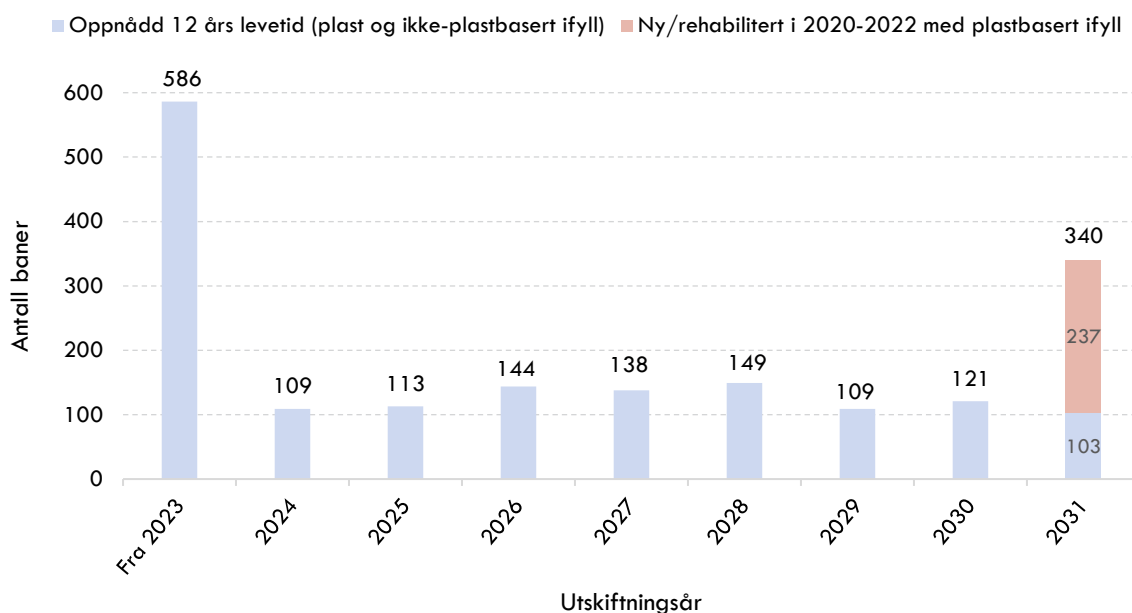
Av totalt 1 867 utendørsbaner vil 1 572 ha oppnådd en levetid på 12 år eller mer innen utgangen av 2031, og forventes dermed å være modne for utskifting. 586 av disse ble bygget før 2012 og har allerede i dag oppnådd en levetid på 12 år. At det er et stort antall baner med levetid på over 12 år forventer vi at henger sammen med at mange baneiere har avventet å bytte ut gamle baner i påvente av avklaringer knyttet til det kommende

forbudet om omsetning av plasholdig fyll. Gjennom intervjuer har vi også fått innspill på at utskiftning av kunstgressbaner har blitt satt på vent under koronapandemien, og at dette har bidratt til et etterslep av baner som er klare for utskiftning. Hvor mange baner som er blitt byttet ut i løpet av 2023 kjenner vi ikke til.

I perioden 2020 til 2022 er det bygget/rehabiliteret 237 baner hvor det er benyttet plasholdig fyll. Disse har dermed en forventet levetid ut over 2031, gitt en

forventet levetid på 12 år eller mer. Figur 2-1 viser oversikt over antall baner som er klare for utskiftning, sortert etter utskiftningsår. For 2031 skiller figuren mellom baner med levetid på 12 år og baner med plasholdig fyll bygget i perioden 2020 til 2022. Baner med utskiftningsår indikert som «Fra 2023» inkluderer alle baner i NFF sin oversikt som er bygget/rehabiliteret før 2012 og som ikke er skiftet ut per 1. januar 2023. Disse inkluderer dermed mange baner som har en oppnådd levetid på mer enn 12 år.

Figur 2-1: Antall baner som er klare for utskiftning, etter utskiftningsår



SKilde: NFF (2023). Note: Baner som er klare for utskiftning «Fra 2023» inkluderer alle baner som er bygget før 2012 og dermed har en oppnådd levetid på 12 år i dag.

Forutsetning for beregningene

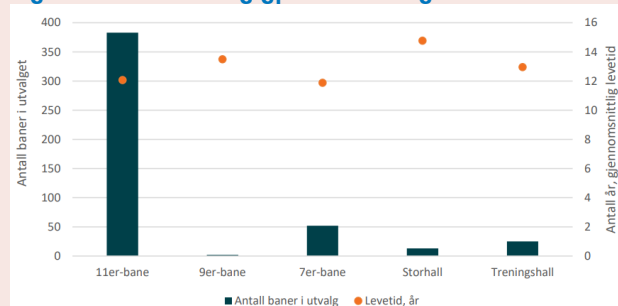
I beregninger er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- Gjennomsnittlig levetid for en kunstgressbane er 12 år, og baner vil bli utskiftningsklare 12 år etter bygg- eller rehabiliteringsåret. Utskiftningsåret for en bane bygget i 2012 vil være 2024 om den ikke har blitt rehabilitert i mellomtiden.
- For baner som er rehabilitert legges det til grunn at det er lagt ny bane der det var en bane fra før og forventet levetid settes igjen til 12 år fra rehabiliteringsåret, i likhet med nybygde baner.
- Baner bygget eller rehabilitert i perioden 2020 til 2022 skiftes ut i løpet av 2031, selv om de ikke har nådd en levetid på 12 år.
- Kun utendørsbaner er inkludert i oversikten (11-, 9- og 7-baner). Baner registret som treningshaller eller storhaller er ikke inkludert i beregningene. Per 1. januar 2023 er det registrert totalt 149 treningshaller og storhaller.

Nærmere om levetid for kunstgressbaner

Gjennomsnittlig levetid for kunstgressbaner lagt til grunn i beregningene er basert på beregninger utført av Mepex for Miljødirektoratet (Mepex, 2022). Levetiden til kunstgressbaner er i stor grad avhengig av hvor mye banen brukes (brukstid) og kravene som stilles til banen. Eksempelvis vil baner i Oslo-området med høy brukstid ha en kortere forventet levetid enn baner i mindre tettbebygde strøk og lavere brukstid. For baner som benyttes til kamper på elitenivå stiller FIFA egne krav. Gjennomsnittlig levetid på elitebaner som må oppfylle FIFAs krav er 3 til 4 år (KG2021). Ved tildeling av spillemidler legges til grunn en levetid på 10 år for kunstgressbaner.

Figur: Antall baner og gjennomsnittlig levetid



Kilde: Mørch-Kontny & Mekki (2022)

Tabell 2-2 gir en nærmere oversikt over antall baner bygget til og med 2019 og deres forventede utskiftningsår, samt baner bygget i perioden 2020-22 som forventes utskiftet i 2031 eller perioden 2032 til 2034, avhengig av type fyll som er benyttet. Baner som er bygget/rehabiliteret med plasholdig fyll etter

2019 forventer vi at vil måtte skiftes ut før de har nådd sin levetid på 12 år, da forbudet trer i kraft før dette. Baner med bruk av alternative fyll, som ikke rammes av forbudet, forventer vi at må skiftes ut etter 12 års levetid.

Tabell 2-2: Byggeår og forventet utskiftningsår for kunstgressbaner, gitt gjennomsnittlig levetid på 12 år

Bygget/ rehabiliteret	Forventet utskiftningsår	11-bane (antall)	9-bane (antall)	7-bane (antall)	Sum (antall)
Før 2012	Fra 2023	364	3	219	586
2012	2024	69	1	39	109
2013	2025	72	1	40	113
2014	2026	90	2	52	144
2015	2027	74	14	50	138
2016	2028	87	8	54	149
2017	2029	78	3	28	109
2018	2030	77	11	33	121
2019	2031	60	7	36	103
Totalt tom. 2019		971	50	551	1 572
2020	2031/2032	67	10	23	100
2021	2031/2033	69	3	27	99
2022	2031/2034	72	4	20	96
Totalt 2020 - 2022		208	17	70	295
Totalt tom. 2022		1 179	67	621	1 867

Kilde: Kunstgressbaner i Norge per 1.12.2023. NFF (2023). Note: Utskiftningsår for baner bygget etter 2019 avhenger av fyllmateriale. Baner med plasholdig fyll forventer vi må skiftes ut i løpet av 2031, mens baner med alternative fyll som ikke inneholder plast forventer vi fortsatt vil ha 12 års levetid.

2.3 Antall baner bygget etter 2020

Gitt en forventet levetid på 12 år vil baner bygget i 2019 være utskiftningsklare i 2031. Antall baner som er bygget i 2020 eller senere og som har henholdsvis plastbasert og ikke-plastbasert fyllmateriale er vist i Tabell 2-3. Tabellen skiller ikke på type bane og inkluderer alle 11-, 9- og 7-baner.

Baner kategorisert som baner med plasholdige fyll inkluderer baner med SBR, bioflex, biofill, fusion, TPE og TPO-S. Ikke-plasholdige fyll inkluderer baner som benytter trefiber (BrockFill, Geo Plus og GOE IP), olivenkjerner, ren sand, kork ellerkork/kokos som ifyll eller som ikke benytter noe fyllmateriale (nonfill).

Tabell 2-3: Fordeling plasholdig og ikke-plasholdig fyll på baner bygget/rehabiliteret etter 2020

Bygget/ rehabiliteret [år]	Plasholdig fyll [antall]	Ikke- plasholdig fyll [antall]	Sum antall baner
2020	82	18	100
2021	88	11	99
2022	67	29	96
Totalt	237	58	295

Kilde: Kunstgressbaner i Norge per 1.1.2023. NFF (2023)

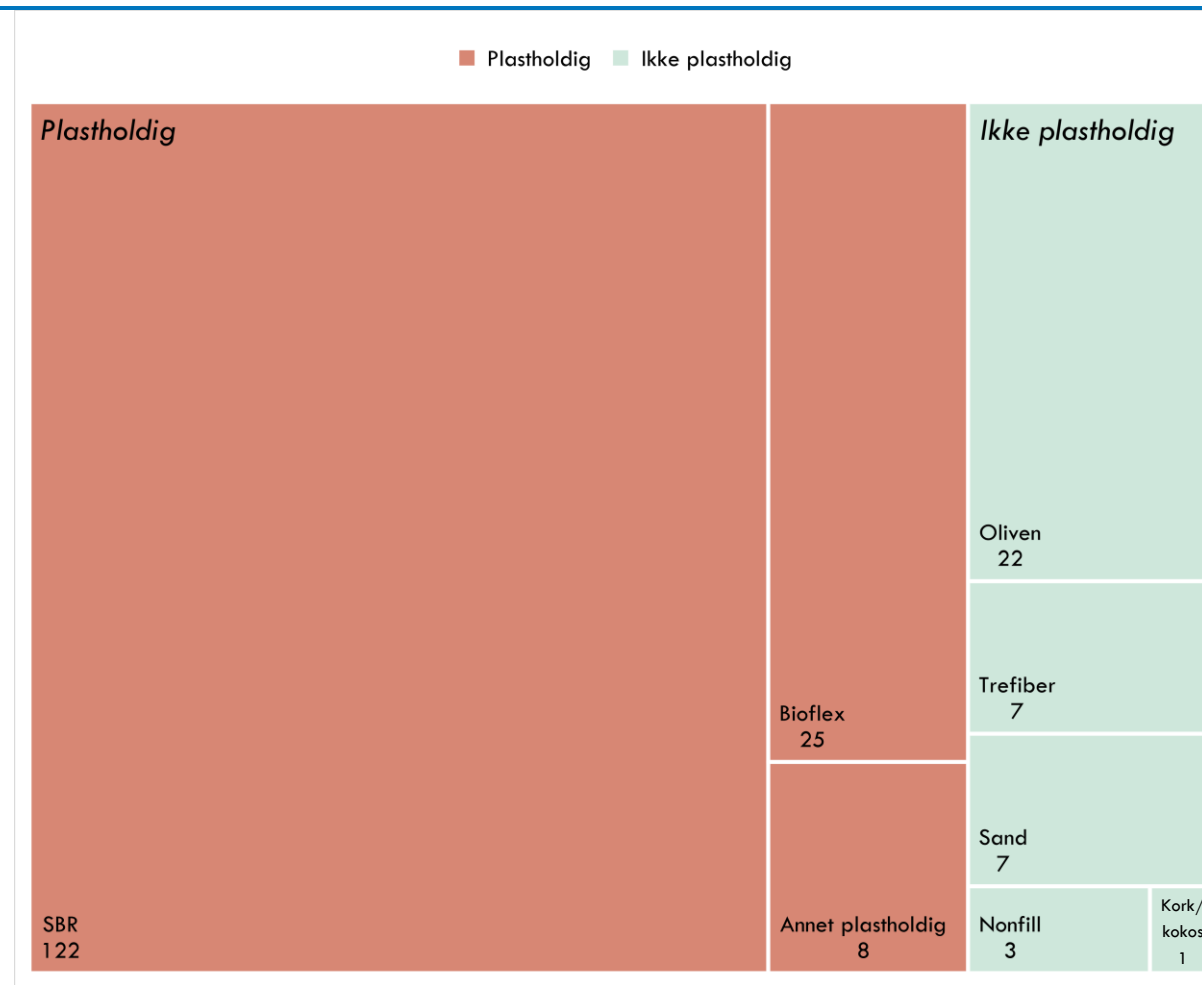
Vår forståelse er at kunstgress hvor sand levert av Unisport er brukt som ifyll er plastbelagt sand (bioflex) og vi har derfor kategorisert baner med sand som fyll hvor Unisport er leverandør som kunstgressbaner med plastholdig fyll. Dette gjelder kun en 7-er-bane i Telemark rehabilitert i 2022.

For baner der det i NFF sin oversikt ikke er oppgitt fyllmateriale har vi antatt at det benyttes plastholdig fyllmateriale. Det er i henhold til antagelser som NTNU-stipendiat Siri Marie Bø, som forsker på

kunstgressbaner i Norge, har gjort i sine analyser (Bø, 2021).

Figur 2-2 viser fordelingen av de forskjellige fyllene for utendørsbaner (7-, 9- og 11-baner) bygget eller rehabilitert i 2021 og 2022. Baner kategorisert som «Annet plastholdig» inkluderer fyllene Fusion, TPE, TPO-S og sand fra Unisport som vi forventer er plastbelagt. Kategorien trefiber inkluderer Brockfill, Geo Plus og Goe IP. Det er bare bygget én bane med kork/kokos etter 2021. Figur 2-2 viser at av baner uten plastholdig fyll er det olivenkjerner som er mest utbredt, etterfulgt av trefiber og sand.

Figur 2-2: Nye/rehabiliterede baner i 2021 og 2022, fordelt på type fyllmateriale. Totalt 195 baner



Kilde: Kunstgressbaner i Norge per 1.1.2023. NFF (2023)

3. Kostnad for risikominimerende tiltak under forskriften og tilhørende miljøeffekter

Kostnaden for etablering av risikominimerende tiltak avhenger av utførelse og kvalitet.

Sammenlignet med idrettslag, gjennomfører kommuner ofte tiltak som er mer varig og som har høyere materialkvalitet. Erfaringstall indikerer at kostnaden varierer fra 300 000 kroner til 1,5 millioner kroner for en 11-bane. Etablering av fysiske barrierer er den største enkeltkostnaden og varierer fra under 100 000 kroner for gjerde av trykkimpregnert materiale til over 1 million kroner for granittmur. Kvalitet og utførelse for tiltak som etableres har stor betydning for kostnader og om tiltakene fungerer til sin hensikt. Effekten av tiltakene er også i stor grad avhengig av riktig drift og vedlikehold av baner. Flere informanter påpeker at etablering av risikominimerende tiltak som fysiske barrierer er et hensiktsmessig og effektivt tiltak også for å hindre spredning av natur og andre fremmedelementer utenfra og inn på banen, uavhengig av fyllmaterialet som benyttes.

Dette kapitlet har som formål å svare ut analyse spørsmålene:

- Kostnad for å gjennomføre risikominimerende tiltak under forskriften
- Hvilke miljøeffekter (i form av reduserte utslipp av gummigranulat) vil tiltakene i dagens forskrift ha i perioden frem til forbudet trer i kraft?

3.1 Om forskriften

I 2021 ble et nytt kapittel om utforming og drift av idrettsbaner hvor det brukes plastholdig løst fyllmateriale inkludert i forurensningsforskriften, jf. forurensningsforskriftens kapittel 23A (Klima- og miljødirektoratet, 2021). Reglene tredde i kraft 1. juli 2021.

Kravene som følger av forurensningsforskriftens kapittel 23A gjelder alle idrettsbaner i Norge der det brukes plastholdig løst fyllmateriale. Svalbard er ikke omfattet av forskriften. Reguleringene har som formål å hindre utslipp og spredning av plastholdig løst

fyllmateriale som brukes på baner der det utøves idretts- eller fritidsaktiviteter. Kravene som følger av forskriften innebærer at utendørs kunstgressbaner må etablere en fysisk barriere rundt banen hvor de nederste 20 cm skal være tett. Det må også etableres løsninger som sikrer oppsamling av løst plastholdig fyllmateriale fra drens- og overvann og at fyllmateriale ikke spres utenfor banen fra brukere, maskinutstyr eller annet utstyr. For innendørsbaner skal det etableres løsninger for å hindre at plastholdig løst fyllmateriale havner i avløpsvannet og tiltak som hindrer at plastholdig løst fyllmateriale spres utenfor banen via brukere.

I tillegg er alle idrettsanlegg, inkludert kunstgressbaner, pålagt:

- Plikt til å informere brukere av idrettsbanen om tiltak som kan hindre spredning av plastholdig løst fyllmateriale utenfor banen
- At snø som ryddes av banen skal deponeres på et egnet område for snødeponering på eller utenfor banen
- Å sørge for at oppsamlet plastholdig løst fyllmateriale gjenbrukes på den samme idrettsbanen, gitt at fyllet er egnet for ombruk, eller leveres til lovlig avfallsanlegg
- Å vurdere om det finnes alternativ som medfører mindre risiko for miljøforstyrrelse, herunder spredning av plastholdig løst fyllmateriale til omgivelsene
- Å ha kunnskap og dokumentasjon på hvor mye plastholdig løst fyllmateriale som årlig er fylt på idrettsbanen og hva fyllmaterialet består av, hvor mye plastholdig løst fyllmateriale som årlig er fjernet fra banen og hvordan dette fyllmaterialet er håndtert, hvilke tiltak som er gjennomført på idrettsbanen for å møte kravene i denne forskriften og hvilke vurderinger og tiltak som er gjennomført knyttet til bruk av alternative fyll (jf. punkt over)

3.2 Kostnader for å gjennomføre risikominimerende tiltak

Kostnader som er referert i denne delen er basert på gjennomgang av relevante dokumenter og intervjuer med idrettslag og kommuner hvor det er gjennomført risikominimerende tiltak. I samråd med Miljødirektoratet har vi i arbeidet vektlagt å framskaffe informasjon om kostnader for etablering

Tabell 3-1: Kostnader for etablering av risikominimerende tiltak – erfaringstall fra Viken fylke

Anleggseier	Tiltak	Kostnad (NOK ekskl. mva)
Idrettslag 1	Støtte- og ringmur, sluser med rist, kumfilter	275 600
Idrettslag 2	Støtte- og ringmur, sluser med rist, kumfilter	375 000
Idrettslag 3	Forlengelse av flettegjerde og tett kant i impregnert materiale, granulatkummer og duk i porter.	522 500
Idrettslag 4	Ekstra kunstgress for snølager. Banen har tett kant med impregnert materiale. Ukjent om tett kant inngår i kostnadene.	587 000
Kommune 1	450 m flettegjerde med tett kant i impregnert materiale, granulatsluser, granulatangere	790 000
Kommune 2	Flettegjerde med min 20 cm tett kant i impregnert materiale, sluser meg betongkum og granulatsil, skobørster	912 500

Kilde: Spillemiddelsøknader i Viken fylkeskommune 2019 til 2021. Note: Det er en viss usikkerhet i tallgrunnlaget da oppgitt tall er fra søknader og ikke endelige regnskapstall.

av fysiske barrierer, ettersom dette er det enkelttiltaket som utgjør den største kostnaden.

Erfaringstall som er innhentet i forbindelse med rapporten indikerer at kostnaden for etablering av risikominimerende tiltak varierer fra i underkant av 300 000 kroner til 1,5 millioner kroner. Kvalitet og utførelse på tiltak som etableres avgjør kostnadsnivået. Erfaringstallene indikerer at kommuner ofte gjennomfører tiltak som er mer varige og som har høyere materialkvalitet enn idrettslag. Kostnader for etablering av fysiske barrierer og andre risikominimerende tiltak er nærmere omtalt i avsnittene under.

Flere av våre informanter peker på at etablering av fysiske barrierer og andre tiltak som følger av dagens forskrift er tiltak som kan være hensiktsmessige å videreføre uavhengig av ifyll. Det er da særlig av hensyn til forebygging av spredning av natur og andre fremmedelementer utenfra og inn på banen.

3.2.1 Fysisk barriere

Krav som følger av forurensingsforskriften §23A-4 om etablering av fysisk barriere rundt idrettsbanen for å hindre plastholdig løst fyllmateriale spesifiserer at minst 20 centimeter av barrierens høyde, målt fra bakken, skal være tett. Det stilles ikke andre krav til utforming, materialbruk eller kvalitet. Bildekollasjen nederst på siden viser eksempler på ulike fysiske barrierer som er etablert på kunstgressbaner. Eksemplene illustrerer at det er stor variasjon i både utførelse og kvalitet på tiltak som gjennomføres. Dette

Kant/mur av betong, eksempler:



Gjerdeløsninger, eksempler:



Kilde: NFF (2019) og Askøyværingen (2023)

påvirker både kostnadene ved tiltak og miljøeffekten, i form av reduserte utslipp av plastholdig fyll.

Norconsult (2018) har innhentet kostnadstall fra entreprenører for etablering av fysiske barrierer. Disse er oppsummert i Tabell 3-2. Norconsult har i sine estimater lagt til grunn en 400 meter barriere for en 11-bane. Lengden på den fysiske barrieren avgjøres av stedlige forhold og behovet kan variere betydelig.

Erfaringstall for seks kunstgressbaner i Viken fylke viser at samlet kostnad for etablering av risikominimerende tiltak ligger i et spenn mellom 275 000 kroner og 910 000 kroner. Gjennomsnittskostnad for de seks banene er 577 100 kroner. Det er en viss usikkerhet knyttet til erfaringstallene som refereres da disse er hentet fra søknader om spillemidler og er ikke endelige regnskapstall.

Erfaringstallene viser at tiltak gjennomført av kommunalt eide anlegg er dyrere enn tiltak gjennomført av idrettsanlegg. Vår forståelse er at

dette henger sammen at fysiske barrierer som er etablert på idrettslageide anlegg består av en kant med impregnerte materialer som er satt opp på dugnad, mens kommunene stort sett etablerer en form for mur av betong.

Kostnadene oppgitt i Tabell 3-2 samsvarer i all hovedsak med kostnadene oppgitt i NFFs (2019) veileder for utforming av miljøvennlige kunstgressbaner og erfaringstall fra våre informanter. En informant oppgir at enhetskostnadene for ulike fysiske barrierer varierer fra rundt 200 kroner meteren for billigste alternativet, som er et tett plankegjerdet med trykkimpregnert materiell, til rundt 2 500 kroner per meter for granittmur. For en 11-bane med et gjerde på 400 meter vil kostnaden da variere fra rundt 75 000 kroner til over 1 million kroner. Flere informanter påpeker at idrettslag drar nytte av dugnadsarbeid for gjennomføring av tiltak, noe som kan bidra til å redusere kostnadene ytterligere.

Tabell 3-2: Kostnad for etablering av fysisk barriere for en 11-bane ekskl. mva

Tiltak 11-bane	Kilde	Høyde	Enhetskostnad [NOK/m]	Totalt for 11-bane [NOK]	Note
Kant/mur av betong, 400 meter	Norconsult, 2018	20-30 cm	3 000	1 200 000	1
Gjerde, 400 meter	Norconsult, 2018	20-30 cm	600 – 1 200	240 000 – 480 000	1
Erfaringstall innhentet ifm. KG2021	Entreprenør, 2021	-	-	700 000	
Støttemur og ringmur, inkl. asfaltering 300 kvm.	Spillemiddelsøknad idrettsanlegg	-	-	160 000	2
Støttemur og barriere på banen	Spillemiddelsøknad idrettsanlegg	-	-	75 000*	2
Totalt kostnad gjerde i flettverk, 450 meter (kun gjerde i flettverk)	Spillemiddelsøknad kommune	1,2 m	1 153 (736)	519 000 (331 200)	2,3

Note: (1) Kostnadsestimater fra Norconsult (2018) inkluderer grunnarbeid, forskaling og pukkarbeid. (2) Erfaringstall fra spillemiddelsøknader er kun kostnader for fysisk barriere ifm. rehabilitering av kunstgressbane. (3) Totalt kostnad for etablering av gjerde i flettverk inkluderer rigg og drift, grunnarbeid og deponiavgift.

3.2.2 Andre tiltak for å hindre spredning av plastholdig løst fyllmateriale

Øvrige tiltak for å hindre spredning av plastholdig løst fyllmateriale inkluderer etablering av sluser som hindrer at gummigranulat følger bruker, installasjon av kumfilter for å hindre forurensing via drens- og overvann, etablering av snødeponi og informasjonstiltak. I denne delen redegjør vi for disse kostandene.

I tillegg krever forurensningsforskriften at en rekke forhold ved driften dokumenteres. Dokumentasjonskrav

forventer vi at i all hovedsak er forbundet med en engangskostnad knyttet til etablering av enkle systemer og rutiner for dokumentasjon (eksempelvis digitale oversikter i excel eller lignende), mens kostnadene for oppdatering av informasjon deretter er begrenset.

Sluser med rist

Det finnes flere løsninger på markedet med formål å hindre at plastholdig fyllmateriale spres via brukerne av banene. En granulatoppsamlingskum med rist ved inn- og utganger er en løsning som våre informanter

Sluser – eksempler på løsninger for å hindre at gummigranulat følger bruker:



Kilde: NFF (2019) og oversendt bilde fra informant (øverst til høyre)

Kumfilter – eksempler på løsninger for å hindre forurensning av plastholdig fyll fra drens- og overvann:



Kilde: NFF (2019)

har pekt på som et effektivt tiltak. Norconsult (2018) anslår kostnaden for en slik løsning å være mellom 16 000 til 35 000 kroner per enhet, avhengig av utførelse. Løsningen vist øverst til venstre i bildekollasjen har en enhetskostnad på ca. 30 000 kroner. Erfaringstall fra Viken fylke viser at personellsluser med rist har en enhetskostnad på ca. 18 000 til 25 000 kroner, mens en rist som er tilpasset et kjøretøy (bredde og tyngde for kjøretøy) har en enhetskostnad på mellom 30 000 og 42 000 kroner.

Skobørster

Skobørster er et annet tiltak som finnes på markedet for å hindre at fyllmateriale spres via brukere. Skobørster har en enhetspris på 2 500 kroner. Våre informanter mener at dette er en lite egnet løsning for å hindre at plastholdig fyllmateriale spres utenfor banen.

Kumfilter

Etablering av inspeksjonskum, sandfangkum, overvannskum og granulatopsamlingsfilter er ulike løsninger for håndtering av drensvann, overvann og/eller avløpsvann for å sikre oppsamling av løst plastholdig fyllmateriale ved etablering av nye anlegg. For eksisterende anlegg vil drenskummer måtte sikres. Dette kan gjøres ved å installere granulatopsamlingsfilter i kummene. Disse løsningene vil stoppe granulat. Norconsult anslår en enhetspris på mellom 6 000 kroner og 10 000 kroner for etablering av overnevnte løsninger. Tallene samsvarer med NFFs (2019) veileder for utforming av miljøvennlige kunstgressbaner. Erfaringstall fra Viken viser en kostnad på 5 000 kroner per enhet for kumfilter, mens enhetskostnaden for en granulatstil til betongkum er under 2 000 kroner. Samtlige av våre informanter

bekrefter at kostnadene ved slike tiltak er begrenset sammenlignet med etablering av fysiske barrierer.

Snødeponi

Kostnaden ved etablering av snødeponi kan variere betydelig, og vil avhenge blant annet av tilgang på egnet areal. Norconsult (2018) anslår kostnaden for etablering av snødeponi å være i størrelsesordenen 200 000 kroner (ekskl. mva), men presiserer at det er avhengig av individuell utforming, dimensjonering, lokalitet og behov. Prisene er basert på forespørsler til leverandører samt allerede utførte tiltak. En av våre informanter opplyser at deres kostnad ved etablering av snødeponi var på mellom 500 000 og 700 000 kroner. NFF (2019) estimerer kostnad for etablering av snødeponi fra ca. 120 000 kroner til 450 000 kroner (inkl. mva), avhengig av tiltak som gjennomføres.

Informasjonsskilt

Forurensningsforskriften stiller også krav til at brukerne informeres om tiltakene for å hindre spredning. Her er informasjonsskilt ved ut- og innganger en løsning. NFF (2019) anslår at informasjonsskilt med dimensjoner på 1x1 m og 1x2 m vil koste henholdsvis 1 000 og 2 000 kroner.

Samlet kostnad for andre tiltak

Tabell 3-3 oppsummerer estimerte kostnader for etablering av andre tiltak som følger av forurensningsforskriften basert på kartleggingen gjennomført av Norconsult i 2018. Erfaringstall innhentet i forbindelse med utarbeidelse av denne rapporten viser at faktiske enhetskostnader ligger i samme størrelsesorden som Norconsult (2018) sine

estimerer. Kostnaden ved etablering av snødeponi er mer usikre og avhenger av tilgang på egnet areal.

for en 11-bane, slik Norconsult (2018) vurderer kravene. I tillegg kommer kostnader for fysisk barriere.

Totalsum i siste kolonne er samlet kostnad for øvrige tiltak som er tilstrekkelige for å oppfylle forskriftskrav

Tabell 3-3: Kostnader for andre tiltak med formål å hindre spredning av plastholdig løst fyllmateriale

Tiltak	Enhetskostnad [NOK, ekskl. mva]	11-bane [antall]	Totalt for 11-bane [NOK, ekskl. mva]
Inspeksjonskum (plast)	10 000	-	-
Sandfangkum (betong)	12 000	-	-
Overvannskum (betong)	15 000	-	-
Granulatoppsamlingsfilter	6 000 – 10 000	6	36 000 – 60 000
Granulatoppsamlingskum med rist	16 000 – 35 000	2	32 000 – 70 000
Skobørster ved inn- og utgang	2 500	2	5 000
Snødeponi	210 000	1	210 000
Informasjonsskilt (1 x 1 m, 1 x 2 m)	1 000 – 2 000	-	-
Totalt kostnad for utvalgte tiltak			283 000 – 345 000

Kilde: Norconsult (2018) for alle kostnader unntatt informasjonsskilt og NFF (2019) for informasjonsskilt

3.3 Reduserte utslipp av plastholdig fyll ved gjennomføring av risikominimerende tiltak

Miljødirektoratet viser til at omtrent seks prosent av gummigranulatet havner utenfor norske kunstgressbaner hvert år (Miljødirektoratet, u.d.). Det anslås videre et årlig utslipp på 6 000 tonn mikroplast fra gummigranulat, kunstgress og annet fallunderlag.

Følgende tall henvises til i Bø et al. (2023, artikkel under vurdering) for estimert tap av SBR-gummigranulat gjennom ulike aktiviteter:

- Klær og sko til spillere: Undersøkelser viser at det varierer fra ca. 40 kg årlig per bane (Forskningskampanjen, 2017) til 387 kg årlig per bane (Wallberg, et al., 2016).
- Vedlikehold: 0,1-24,1 kg årlig per bane (Regnell, 2019)
- Avrenning til natur og overvannsbrønner: 0,75-1 tonn årlig per bane (Wallberg, et al., 2016)

Effekt av risikominimerende tiltak

I Silkeborg i Danmark er det etablert en testbane for å måle effekten av ulike tiltak som hindrer spredning av gummigranulat fra kunstgressbaner (DBU, 2023). Målinger fra Silkeborgbanen viser at høyden på de fysiske barrierene som etableres har stor betydning

for mengder gummigranulat som forsvinner fra baner. Observasjoner fra banen viser at en 20 cm fysisk barriere slipper ut 1,4 kg gummigranulat per år, mens ved etablering av en 40 cm barriere reduseres utslippene av gummigranulat med 0,4 kg. Ved etablering av en fysisk barriere på 50-60 cm er utslippene tilnærmet null.

I Norge er det ikke gjort en tilsvarende analyse. Observasjon og erfaringer som våre informanter har gjort seg fra ulike baner hvor det er etablert tiltak viser at effekten av disse varierer betydelig og avhenger både av kvalitet på barrierer som er etablert og utførelse av drift og vedlikehold ved banene. Informanter viser til at det er særlig viktig at børstning og snømåking av kunstgressbaner gjøres med tanke på at mest mulig av fyllet skal bli værende på banen og ikke forsvinne ut.

En nylig studie av forskere ved NTNU (Bø et al., 2023)) modellerer effekten av blant annet risikominimerende tiltak etter forurensingsforskriften kapittel 23A, gjennom en materialstrømsanalyse. Analysen tar utgangspunkt i norske kunstgressbaner med SBR-fyll som har helårsdrift og bruker data om bestander av SBR og tap av SBR ved ulike aktiviteter som er kartlagt gjennom rapporter, NFFs statistikkdatabase og informasjon gitt av kunstgressindustrien.

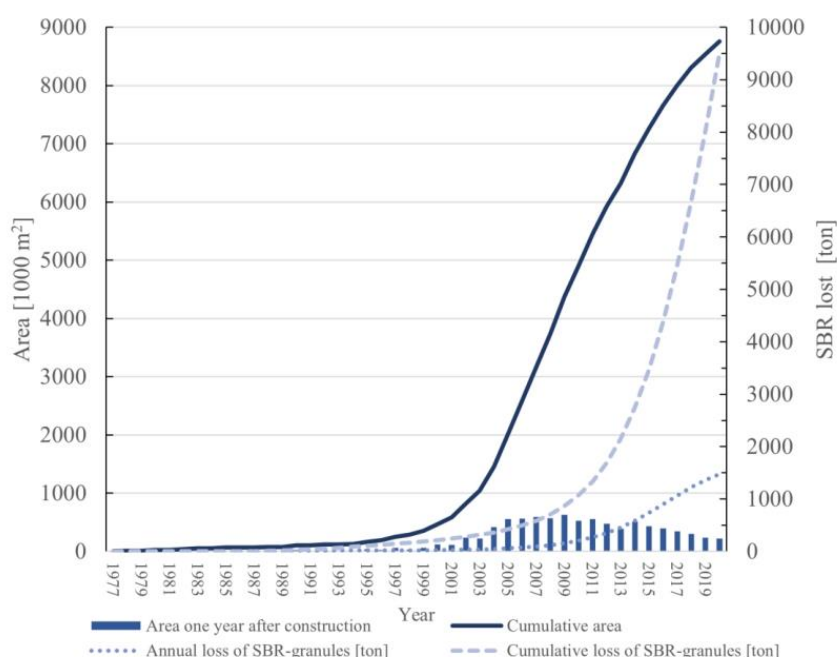
Basert på erfaringstall modellerer Bø et al. (2023) tap av SBR-gummigranulat til omgivelsene, med formål om å måle effekten av tiltak under forurensningsforskriften og forbud mot etterfylling av SBR-granulat frem mot 2030. Dette modelleres under tre scenarier: iverksettelse av tiltakene i henhold til forurensningsforskriften (scenario 1), forbud mot etterfylling av SBR-granulat fra og med 2021

(scenario 2) og en kombinasjon av de to (scenario 3). Tidligere studier har analysert ulike grunner til at etterfylling av gummigranulat må gjennomføres. Disse grunnene inkluderer snøbrøyting, avsetning på vedlikeholdsutstyr og -maskiner eller klær, samt avrenning. De mer spesifikke inn- og utstrømmingene over tid, inkludert resirkulering og tap til miljøet rundt, har ikke tidligere vært modellert (Bø et al., 2023).

Figur 3-1 viser på venstre y-akse areal av kunstgressbaner, årlig (blå staver) og kumulativt (mørkeblå linje) mellom 1977 og 2020. På høyre y-

akse vises tap av SBR-gummigranulat, årlig (lyseblå prikkete linje) og kumulativt (lyseblå stiplede linje).

Figur 3-1: Areal av kunstgress og tap av gummigranulat



Kilde: Bø et al. (2023)

Figur 3-2 viser tap av SBR-gummigranulat til omgivelsene. Referansescenariet (blå kontinuerlig linje) antar at dagens konstruksjon, operasjon og vedlikehold av kunstgressbaner videreføres. Dette illustrerer hvordan tap av SBR-gummigranulat vil utvikle seg uten noen endringer.

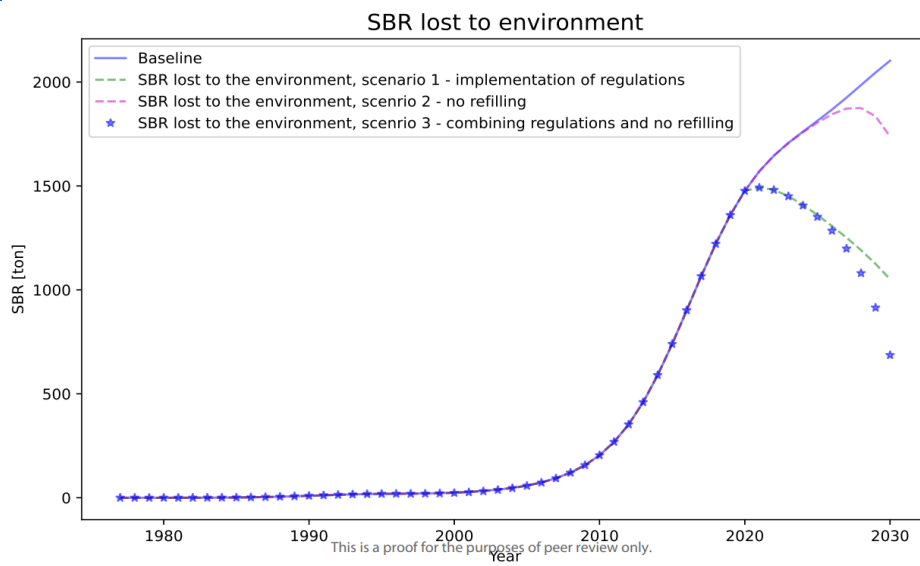
I modelleringen forventes det at tiltakene etter forurensningsforskriften har en effekt på 5 prosent første året og øker med 5 prosent hvert etterfølgende år. Denne effekten hensyntas i modelleringen ved at utstrømningen av gummigranulat reduseres med 5 prosent hvert år for parameterne for tap gjennom snøbrøyting, avsetning på klær og utstyr og avrenning.

Under scenario 1 med iverksettelse av tiltak etter forurensningsforskriften, vil tapet av SBR-gummigranulat til miljøet nå toppen i 2021. Tapet

reduseres mer for hvert år, før den største reduksjonen på rundt 1 050 tonn nås i 2030, sammenlignet med referansescenariet uten noen tiltak.

Til sammenligning vil kun et forbud mot etterfylling fra og med 2021 (scenario 2) resultere i at tapet til miljøet når toppen i 2028, før det reduseres med rundt 365 tonn i 2030, relativt til referansescenariet. Scenario 3, med både tiltak og forbud, er mest effektivt og fører til en økende grad av reduksjon som når rundt 1 416 tonn i 2030, relativt til referansescenariet. I Figur 3-2 ser man at effekten er størst i scenario 3, med både tiltak og forbud. Bø et al. (2023) presiserer at det ikke nødvendigvis er slik fremtiden kommer til å bli, men at analysen gir et bilde av hvordan utviklingen kan bli under gitte forutsetninger.

Figur 3-2: Graf som viser tap av SBR til omgivelsene utenfor banen under forskjellige scenarier



Kilde: Bø et al. (2023)

4. Erfaringer og kostnader for kunstgressbaner med alternative fyllmaterialer og plasholdig løst fyllmateriale

Det er stor variasjon når det gjelder spillerfaringer og livsløpskostnader for kunstgressbaner med alternativer til plasholdig fyll. Generelt er brukererfaringer gode for kunstgressbaner hvor kork/kokos og andre myke materialer er benyttet som ifyll.

Kork/kokos og andre organiske materialer holder på fuktighet og er derfor ikke egnet for vinterdrift ettersom ifyllet fryser, med mindre det etableres undervarme på banen.

Olivenkjerner egner seg for helårsdrift. Enkelte viser til gode spillererfaringer med bruk av olivenkjerner, mens andre opplever at olivenkjerner blir for hardt og fører til mer skader. Variasjonen i tilbakemeldinger synes å samsvare med kvaliteten på kunstgressmatta.

Kunstgressbaner med alternativer til plasholdige fyll har generelt høyere investeringskostnader. For kunstgressbaner som har alternativer til plasholdig fyll opplever vi at aktører som har investert i et kunstgresssystem med høyere kvalitet (høyere fibertetthet) har lavere drift- og vedlikeholdskostnader, og at den ekstra investeringskostnaden ikke nødvendigvis vil føre til høyere levetidskostander.

Dette kapitlet har som formål å svare ut analyse spørsmålene:

- En kort beskrivelse av alternativer til plasholdige fyllmaterialer (f.eks. kork, olivenkjerner, bark, ingen fyll osv.), tilgang til disse og egnethet til norsk klima samt kostnadene, satt i et livsløpsperspektiv
- Brukererfaringer fra baner som er blitt bygget i Norge fra året 2021, da forskriften 23A trådte i kraft og, der det brukes alternative materialer til plasholdig fyllmaterialer

¹ Kunstgressprosjektet KG2021 er et samarbeidsprosjekt mellom fylkeskommuner, kommuner, idrettslag, industrielle aktører og forskningsmiljø som har som formål å bidra med nye og bærekraftige konsept for planlegging, bygging og

- Kostnader for etablering av en 11' kunstgressbane med henholdsvis plasholdige og alternativer til plasholdige fyllmaterialer, satt i et livsløpsperspektiv

4.1 Alternativer til plasholdig løst fyll i kunstgressbaner

Det finnes flere alternativer til plasholdig løst fyllmateriale tilgjengelig på markedet. De vanligste typene ikke-plasholdige fyll som benyttes i Norge i dag er olivenkjerner, kork, kork i kombinasjon med kokosgranulat og sand. I tillegg finnes det enkelte baner hvor treflis er benyttet (furu- eller bjørkegranulat) og noen baner som er bygget uten fyll (nonfill).

Informasjonsinnhenting som er gjort i forbindelse med denne rapporten bekrefter funn fra det femårige kunstgressprosjektet KG2021¹ og peker på viktigheten av riktig oppbygging for hele

Om viktigheten av riktig oppbygging av hele kunstgresssystemet

De aller fleste nye baner i Norge som er lagt siden år 2000 er kunstgress av typen 3G-baner som består av et kunstgressdekke med sand, med eller uten et underliggende støtdempende materiale (dempematte). I de aller fleste tilfellene er ifyllet som er benyttet vært SBR-gummigranulat, laget av oppmalte bildekk.

Som del av KG2021-prosjektet ble det utviklet tegninger og beskrivelse for oppbyggingen av et komplett kunstgressfelt, fra dreneringssystemet til kunstgresset.



Arbeidet ble utført i samarbeid med en erfaren entreprenør i Norge. Konstruksjons- og designoppgaven var begrenset til systemer uten syntetisk ifyll, og bruk av e-layer som dempematte. To av de beste pilotbanene i KG2021 er utformet ut fra dette konseptet, og viste viktigheten av riktig utført grunnarbeid under kraftig nedbør.

Kilde: KG2021 (2023)

drift av kunstgressbaner. Prosjektet startet i 2017 og ble ferdigstilt i 2021. Sentralt i prosjektet er seks pilotbaner, som alle er konstruert og bygget med ulike organisk ifyll istedenfor gummigranulat.

kunstgresssystemet. Erfaringer fra våre informanter bekrefter at både brukererfaring og kostnader ikke bare avhenger av fyllmaterialet, men også av de andre elementene som inngår i en kunstgressbane og banens oppbygning.

Kunstgress består av fire materialgrupper som til sammen danner et system: dempematte, kunstgressmatte, sand og eventuelt ifyll (syntetisk, organisk eller en blanding av syntetisk og organisk). Nyere kunstgresssystemer er basert på relativt korte fiber, typisk ca. 30-40 mm, sand og et topplag av organisk eller uorganisk ifyll (KG2021, 2023).

Beskrivelse av alternative fyll og egenskaper

Tabell 4-1 gir en kort beskrivelse av alternative fyllmaterialer og deres egenskaper med tanke på egnethet til norsk klima.

Erfaringene viser generelt at olivenkjerner egner seg godt for norske forhold, både til sommer- og vinterbruk. Kork og trefiber trekker vann og fryser om vinteren, og er dermed i liten grad egnet for norsk vinterdrift. Unntak er dersom det etableres undervarme på kunstgressbanen. Basert på intervjuer som er gjennomført er vår forståelse at dette ikke er vanlig.

Sand er hardt og komprimert og gir dermed et stabilt dekke, men fryser om vinteren og kan da oppleves som glatt.

Tabell 4-1: Beskrivelse av og egenskaper til alternativer til plastholdig løst fyllmateriale i kunstgressbaner

Fyllmateriale	Beskrivelse	Egenskaper
Kork eller kork/kokos	Fyllet består av kvernedede og varmebehandlede rester fra korkproduksjon og, ved blanding, kokosnøttskall	<ul style="list-style-type: none"> • Kork har naturlige termiske isolasjonsegenskaper, noe som gjør at fyllet blir mindre varmt enn SBR-granulat • Materialet trekker vann og fryser i minusgrader og er ikke egnet for vinterdrift uten undervarme • Materialet må vannes for å ikke bli tørt • Den lave tettheten til kork gjør det sårbart for sterk nedbør. Innblanding med kokosnøttskall øker tettheten på fyllet • Enkelte informanter viser til at kork smuldrer opp og det er behov for etterfylling.
Olivenkjerner	Fyllet består av granulerte olivensteiner som stammer fra olivenindustrien i Portugal og Spania. Olivenkjernene leveres i en blanding med definerte kornstørrelser	<ul style="list-style-type: none"> • Materialet er en stein, så det trekker ikke vann eller fryser i kaldt klima • Naturlige termiske egenskaper kan redusere varmeoppbygging på sommeren
Sand	Kunstgresset fylles med sand. Fyllmengde avhenger av tetthet på gress, fra 5 til 10 kg sand per m ² . Det benyttes ulike typer sand som fyllmateriale	<ul style="list-style-type: none"> • Gir stabilt dekke og er slitesterkt • Fryser lett • Hardt og komprimert • Tilpasset bruk i ballbinger og mindre løkker
Trefiber	Trebasert fyll laget av rene trefiber. Kommer i Norge i varianter som BrockFill, Geo Pluss og Goe IP	<ul style="list-style-type: none"> • Bruk av trefiber er lite utbredt og egnethet til norsk klima er mindre kjent • Trefiber har, som kork, naturlige termiske isolasjonsegenskaper, noe som reduserer varmeoppbygging om sommeren • Materialet trekker vann og fryser i minusgrader • Ikke egnet for vinterdrift uten undervarme

Fyllmateriale	Beskrivelse	Egenskaper
Uten fyll (nonfill)	Kunstgress uten fyll	<ul style="list-style-type: none"> Baner uten fyll egner seg både til sommer- og vinterdrift Rimeligere alternativer er tilpasset bruk i ballbinger og mindre løkker Mer kostbare alternativer med høy tetthet av fiber har lignende egenskaper som naturgress og gode brukererfaringer. Det finnes få slike baner i Norge og erfaringsgrunnlaget er begrenset

Kilde: Mørch-Kontny & Mekki (2022), KG2021 (2023), Bauer et al. (2017) og TRESS.no

4.1.1 Tilgang på alternativer til plastholdig løst fyll

Det er anslått at det bare i Europa er over 51 600 kunstgressbaner, tilsvarende et areal på 112 millioner kvadratmeter (KIMO, 2022). Flertallet av disse benytter i dag gummigranulat som fyllmateriale.

Markedet for kunstgressbaner i Europa er betydelig, i tillegg til at kunstgressbaner også er utbredt i andre deler av verden, blant annet USA. Markedet for kunstgress er altså stort. Økt fokus på reduksjon av forurensing fra plast og EUs kommende forbud mot omsetning av plastholdig fyllmateriale i kunstgressbaner gjør at markedet for alternative fyll er i stadig vekst. Enkelte informanter viser til at det de siste årene har etablert seg flere nye aktører i Norge som de opplever prøver å posisjonere seg i dette markedet med sine løsninger.

I dag tilbyr de fleste leverandører av kunstgress en eller flere alternative fyllmaterialer. inneholder en oversikt over leverandører vi har identifisert som

leverer kunstgresssystemer med ikke-plastholdig fyllmateriale.

Med innføring av forbudet mot omsetning av plastholdig løst fyllmateriale i EU forventer vi at dette markedet vil utvikle seg videre og at det framover vil være stor konkurranse blant leverandører av kunstgressbaner for at deres systemer skal vinne fram.

For enkelte fyllmaterialer, slik som kork, kan det forventes at materialtilgangen i naturen vil kunne begrense tilgangen på fyllmateriale. Begrenset tilgang og økt etterspørsel vil føre til knapphet og økte priser på de typer av fyllmateriale hvor ressurstilgangen er begrenset. En slik utvikling vil stimulere til at det frembringes andre alternative fyllmaterialer slik at markedet for kunstgressbaner stadig vil være under utvikling, fram til eventuelt en eller flere fyllmaterialer vinner fram og tilstrekkelig ressurstilgang gjør at disse alternativene forblir konkurransedyktige over tid.

Tabell 4-2: Leverandører som leverer alternativer til plastholdig fyll i Norge (listen er ikke uttømmende)

Leverandør	Beskrivelse	Ikke-plastholdig fyll
Sport Surface/ Sport Surf	Leverandør av kunstgress for Limonta Sport i Italia	<ul style="list-style-type: none"> Kork og kork/kokos Nonfill Trefiber (Geo Plus)
Unisport/Saltex	Selskaper i de nordiske landene, Nederland og Storbritannia. Produksjonsanlegg i Finland. Saltex er en del av Unisport	<ul style="list-style-type: none"> Kork Oliven Trefiber (Goe IP) Nonfill Sand
ScanTurf	Leverandør av kunstgress til hage og uteområder	<ul style="list-style-type: none"> Nonfill Oliven Sand
PST Sport	Leverandør av idrettsanlegg, blant annet kunstgress	<ul style="list-style-type: none"> Sand Nonfill Oliven BrockFill

Leverandør	Beskrivelse	Ikke-plastholdig fyll
ProTurf	Totalløsningen innenfor kunstgress og syntetiske belegg. Forhandler av Bionic Fiber, laget av tyske Polytan GmbH	<ul style="list-style-type: none"> • Oliven • Sand • Nonfill • Trefiber (BrockFill)
TRESS Utemiljø	Leverandører av sports- og aktivitetsutstyr. Leverer underlag til inne- og uteidrett, inkludert kunstgress	<ul style="list-style-type: none"> • Sand
Safeplay	Lever underlag til inne- og uteidrett (sport), lek og hage/parker, inkludert kunstgress	<ul style="list-style-type: none"> • Sand • Trefibre (Geo Plus - organisk plantemateriale/bark) • Nonfill
Norasport	Leverandør av utstyr og produkter til bla. idrettsarenaer, herunder kunstgressbaner	<ul style="list-style-type: none"> • Sand
Laidorz, Norasonde, On Board, Real Turf	Ulike leverandører i Norge av baner med ingen innfyll	<ul style="list-style-type: none"> • Nonfill

Kilde: NFFs oversikt over kunstgressbaner per 1.1.2023 og informasjon på leverandørenes nettsider

4.1.2 Erfaringer

Brukererfaringer fra kunstgressbaner hvor det er benyttet alternativer til plastholdig fyll viser at kunstgressbaner med dekke av høy kvalitet (høy tetthet på fiber i kunstgresset) stort sett oppleves som svært gode. Det gjelder både idrettslag som har brukt olivenkjerne og kork/kokos som fyllmateriale. I tillegg er de generelle tilbakemeldingene fra aktører som har kunstgressbaner som benytter kork/kokos at de får positive tilbakemeldinger, men at banene ikke er egnet for vinterdrift.

Olivenkjerner som ifyll er godt egnet for helårsdrift, mens kork/kokos og annet trefiber fryser om vinteren. Brukererfaringer fra kunstgressbaner med lavere kvalitet på dekket (lavere tetthet på fiber i kunstgresset) viser at dette er alternativer som er godt egnet for barn/ungdom, men for voksne kan dekket oppleves som hardt og er derfor forbundet med større grad av belastningsskader og skrubbsår/brannår.

Prosjektet KG2021 har fulgt seks norske pilotbaner med organiske eller nonfill-systemer over 2-5 år, lokalisert i Trøndelag og Viken. Pilotbanene var tilrettelagt for breddeidrett og kombinert skole- og fritidsbruk. Målgruppen for prosjektet var brukere i aldersklassene fra J14/G14 til senior dame/herre. Banene som inngikk i piloten benyttet sand, olivenstein og kork og kokos som fyllmateriale, eller ingen fyll. Resultatene fra KG2021 viste at andelen fornøyde brukere var størst for nonfill-banen som var med i piloten. Resultatene er basert på 138 svar og er oppsummert i Tabell 4-3.

Tabell 4-3: Andel brukere som oppgir de er fornøyd/misfornøyd med ulike type fyllmateriale

Fyll	Fornøyd [andel]	Misfornøyd [andel]
Nonfill	82 %	9 %
Kork og kokosfiber	69 %	17 %
Olivenkjerne og sand, e-layer	60 %	9 %
Olivenkjerne og sand, prefab-pad	43 %	30 %

Kilde: KG2021 (2023). Note: e-layer er en dempematte som støpes på stedet og gir mulighet for kunstgress med kortere fiberhøyde. Prefabrikkerte dempematter kan fryse mens e-layer har en mer hydrofob struktur.

Kork eller kork/kokos

Trebaserte materialer som kork har lavere tetthet enn vann og vil flyte opp dersom vannet blir værende i kunstgresset. For å unngå dette er det avgjørende å ha et drene- og bærelag som er bygd med tanke på dette.

De fleste av våre informanter benytter en blanding av kork og kokos som fyllmateriale på sine baner. Disse opplyser at spillere er svært fornøyde med banen som er etablert. Informantene bekrefter samtidig at fyllet fryser om vinteren og at banen dermed ikke er egnet for vinterdrift. Dette er både fordi det blir hardt og glatt for spillerne, men også fordi det blir utfordrende å holde banen isfri. Fyllet er generelt opplevd som veldig bra i perioden april til november.

I Danmark har vi fått opplyst at kork er det mest utbredte fyllmaterialet. Det danske fotballforbundets forståelse er at dette henger sammen med at kork er det første alternative fyllmateriale som ble tatt i bruk i Danmark og andre bare har fulgt etter fordi de er avhengig av at banen fungerer og ikke har budsjett til å eksperimentere med alternative fyll.

Kommuner, og spesielt idrettslag, har stort sett svært begrenset økonomisk handlingsrom, samtidig som oppetid på banene er svært viktig, og klubber ønsker derfor ikke ta i bruk alternativer de har lite kjennskap til for å redusere sin risiko. Dette gjelder både i Norge og andre land.

Det danske fotballforbundet mener det er mye som tyder på at kork er det mest egnete fyllet for danske forhold der snø og kulde om vinteren er et mindre problem enn i Norge. De senere årene er det også kommet flere alternativer til kork på markedet i Danmark, der kork blandes med olivenkjerner eller andre organiske materialer som er noe hardere enn kork.

Olivenkjerner

Det er flere av våre informanter som har etablert kunstgressbaner hvor olivenkjerner er brukt som fyllmateriale. Brukererfaringene varierer på tvers av anlegg. Flere viser til brukere som er svært fornøyde. Enkelte viser til at banen var litt hard i starten, men at brukerne er fornøyde etter litt tids bruk. Andre viser til mindre fornøyde brukere som synes at banen blir for hard, noe som fører til økte belastningsskader og mer skrubbssår. Disse peker på at banene kan være godt egnet for barn/ungdom, men er mindre egnet for voksne.

Våre informanter opplyser at kunstgressbaner med olivenkjerner som fyll er godt egnet for vinterdrift i norsk klima.

Erfaringer fra KG2021 (2023) viser at olivenkjerner som fyllmateriale fungerer godt dersom det kombineres med en tykkere dempematte og høy tetthet på fibrene. Denne kombinasjonen bidrar til at fyllmaterialet ligger lavere i kunstgresset og at det også ikke er noe, eller svært lite, av fyllet som forsvinner fra banen. Vår forståelse fra intervjuer er at dette stemmer og at hvor fornøyde brukere er henger tett sammen med kvaliteten på kunstgressmatta som er lagt og oppbyggingen av banen. De som har brukere som har svært fornøyde brukere har ofte stilt høyere krav til kvalitet og tetthet på gresset ved etablering. Dette har også gjort at investeringskostnadene for banen er høyere.

Sand

Brukererfaringer fra kunstgress hvor ren sand er brukt som fyllmateriale er i hovedsak at dette er et fyll som

egner seg godt for barn/ungdom, men er mindre egnet for voksne da kunstgresset oppleves som hardt og dermed gir større risiko for belastningsskader og brannssår. Noen oppgir også at banene oppleves som noe glatt på vinteren som følge av at sanden fryser.

Uten fyll (nonfill)

Det er ulike typer nonfill-kunstgress på markedet. Våre informanter viser til at alternativene med lavere kvalitet (og kostnader) er godt egnet for barn/unge.

Det er få nonfill-baner i Norge av en kvalitet som egner seg for alle nivåer. Egge IL har etablert en kunstgressbane uten fyll som benyttes til breddeidrett (alle aldre). Disse har stilt høyere krav til kvalitet på kunstgressmatta enn andre vi kjenner til. Kostnadene for banen er dermed også høyere. Banen ble tatt i bruk august 2021 og brukerundersøkelser viser at brukere, i alle aldre, er fornøyde. Banen brukes ikke om vinteren, men mye ellers i året. Det er så langt ikke meldt om belastningsskader eller andre skader. Det er heller ikke tegn til slitasje på banen. En nonfill-bane av denne kvaliteten er det som ligner mest på naturgressbaner ifølge våre informanter. Av dette følger også at banen kan bli noe glatt når det er vått. Erfaringene fra Egge IL viser at på høyere spillernivå anbefales bruk av sko med skruknotter, lignende det som brukes på naturgress.

Nærmere om kunstgressbane uten fyll etablert av Egge IL

Spesifikasjoner:

- Bane bestående av 5 ulike typer kunstgress
- 36 mm. høyde på gressfiber
- 6 mm. prefabrikkert støtpad

Kostnader:

- Betydelig høyere investeringskostnad enn for kunstgressbane med gummigranulat (SBR) og meget begrensede vedlikeholdskostnader

Kilde: Presentasjon Egge IL ifm. KG2021-konferanse

Trefiber

Det er et begrenset antall baner i Norge som har tatt i bruk trefiber som fyllemateriale. NFF har igangsatt et FOU-prosjekt med granulat laget av bjørk (Haavik, 2022). Dette er tatt i bruk på to mindre baner i Kristiansand kommune. Erfaringene med bruk av granulat som bjørk er generelt positive ifølge vår informant, selv om tilbakemeldingene er at banen ikke oppleves som like god som baner med gummigranulat. Det er produsert to versjoner av bjørkegranulat som er testet i Norge. For den første versjonen var det tilbakemeldinger på at banen ble opplevd som glatt, mens det ikke har vært noen tilbakemeldinger om dette på den andre pilotbanen som benytter en nyere versjon av bjørkegranulat med en litt annen struktur.

Bjørkegranulat er ennå ikke testet for bruk av voksne og det har derfor ikke vært mulig å innhente erfaringer fra denne gruppa. Ifølge våre informanter er bjørkegranulat som ifyll akkurat tatt i bruk på Jordal i Oslo og en bane i Bergen er i ferd med å ferdigstilles.

Banene i Kristiansand som benytter bjørkegranulat har vinterdrift. Vår informant viser til at om det er kaldt nok så fryser fyllet, men gitt klimaet i Kristiansand fungerer banen også om vinteren. Erfaringer fra bruk av organisk materiale i andre deler av landet viser derimot at treflis/organisk materiale er fyll som fryser om vinteren og dermed ikke er egnet for vinterdrift. Det er også erfaringene med bruk av treflis fra KG2021.

Kunstgressbaner og betydningen av sko

Betydningen av sko er ikke fullt forstått per nå. Brukererfaringene kan i stor grad være preget av at skoen er lagd med hensyn til andre materialer enn de organiske som nå piloteres. Dette er særlig relevant for baner uten bruk av ifyll, der erfaringene fra blant annet Egge IL viser at gressko er mer egnet enn vanlige kunstgressko da banen i større grad har de samme egenskapene som naturgressbaner.

Kilde: KG2021 (2023)

4.1.3 Kostnader

Figur 4-1 viser kostnadsintervaller for en kunstgressbane med plastholdig løst fyllmateriale (gummigranulat/SBR) og alternativer til plastholdig løst fyll.

Erfaringer som er gjort gjennom KG2021 viser at drift- og vedlikeholdskostnadene for kunstgressbaner med alternative fyll er lavere enn for kunstgressbaner

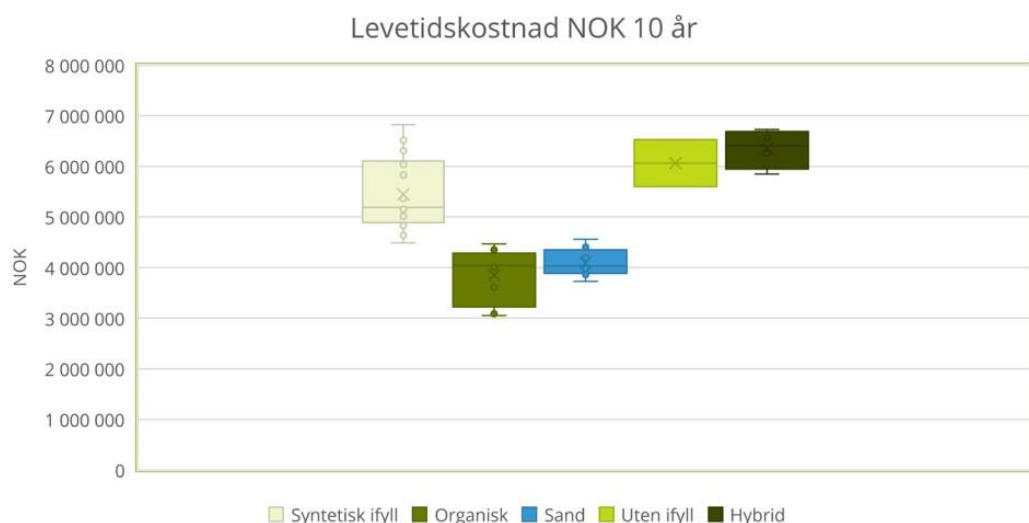
med SBR og at kostnadene over anleggets levetid dermed er lavere for disse alternativene. KG2021 benytter i sine beregninger en levetid på 10 år, mens vi har lagt til grunn en forventet levetid på 12 år i vurderingen av forventet utskiftning av kunstgressbaner. At drift- og vedlikeholdskostnadene er lavere ved bruk av alternative fyll, sammenlignet med SBR, bekrefter flere av våre informanter. Andre informanter viser til at de forventer at driftskostnadene vil bli høyere ved bruk av alternative fyll, først og fremst ved bruk av kork. Årsaken er at korken smuldrer opp. De fleste informantene har ikke oversikt over faktiske kostnader for etterfylling. En informant viser til årlige kostnader for etterfylling av kork på 150 000 kroner.

Blant informanter som viser til at drift- og vedlikeholdskostnadene ved bruk av alternative fyll er redusert er det særlig reduserte kostnader knyttet til etterfylling som er årsak til dette. Disse opplever at ifyllet i større grad blir værende i matta og ikke forsvinner. Felles for informanter som oppgir dette er at de har en høyere tetthet på kunstgressmatta enn det mange operer med, og de mener det er årsaken til at behovet for etterfylling er svært begrenset.

De fleste informanter oppgir at ressursbruk for vedlikehold av banen med bruk av alternative fyll er omtrent som for kunstgressbaner med SBR. Enkelte oppgir også at kostnader til vedlikehold er lavere enn ved bruk av SBR. Sistnevnte gjelder blant annet for nonfill-banen som Egge IL har etablert.

Kunstgresshåndboka (2015) anslår årlige drift- og vedlikeholdskostnader for en kunstgressbane med SBR til 60 000 – 80 000 kroner per år. NFF sin vurdering er at dette også i dag er et rimelig estimat.

Figur 4-1: Levetidskostnad over 10 år for kunstgressbaner med ulike typer fyll



Kilde: KG2021 (2023)

Tabell 4-4 viser en oversikt over investeringskostnader for kunstgressbaner med plasholdig fyll (SBR) og alternative fyll. Kostnadsestimatene er basert på erfaringstall oppgitt av våre informanter. Samtlige informanter påpeker at kostnaden for en kunstgressbane varierer betydelig, for alle fyllmaterialer, og avhenger av kvalitet og oppbygging av banen.

Erfaringstall som er innhentet tilsier at investeringskostnaden for en kunstgressbane med SBR i dag ligger på mellom 2,5 og 3,5 millioner kroner for selve kunstgresssystemet. Kostnader knyttet til etablering av risikominimerende tiltak kommer i tillegg, jf. kapittel 3. Våre informanter opplyser at investeringskostnaden for kunstgressbaner med alternative fyll ligger typisk på om lag 800 000 kroner høyere enn kunstgressbaner med SBR. Kostnaden varierer imidlertid og en informant har også opplyst at investeringskostnaden for kunstgressbane med olivengranulat og SBR er i samme størrelsesorden. Enkelte informanter opplyser også at investeringskostnaden er for baner som ikke benytter SBR er betydelig høyere. Dette gjelder blant annet non-fill banen som Egge IL har etablert der kostnaden er om lag dobbelt så høy som en kunstgressbane med SBR. Denne banen har særlig høy fibertetthet. Non-billbaner av lavere kvalitet, som i hovedsak benyttes til barneidrett og skoler, er ikke investeringskostnaden betydelig høyere enn for kunstgressbane med SBR. Tallene i tabellen er ikke direkte sammenlignbare da utforming, type system, kvalitet og flere forhold avgjør prisen på kunstgressbanen.

Flere informanter påpeker at prisen for kunstgress i stor grad er avhengig av fibertetthet på gress; jo høyere fibertetthet, jo høyere er kostnadene. Det henger sammen med volumet plast som går med til å produsere matta; jo høyere fibertettheten, jo flere kilo plast går med i produksjonen. Dette gjelder uavhengig av fyllmateriale som benyttes.

Når det gjelder drift- og vedlikeholdskostnader er dette kostnader som de fleste av våre informanter ikke kjenner til. Idrettslag og kommuner som har hatt relativt høye investeringskostnader oppgir at de i liten grad må etterfylle granulat på sine baner, uavhengig av hvilket ifyll som er benyttet. Deres drift- og vedlikeholdskostnader er dermed lavere for baner med bruk av alternativer til plasholdig fyll. Flere informanter opplyser at de for baner hvor kork er benyttet som ifyll jevnlig må etterfylle og at driftskostnadene som følge er økt.

Tabell 4-5 viser en oversikt over pris for ulike fyllmaterialer og tilhørende mengdekrav. Prisen for gummigranulat (SBR) er lavere enn for øvrige fyll, med unntak av olivengranulat. Samtidig er mengden fyll som kreves for en bane høyere for SBR enn for samtlige andre fyll.

Tabell 4-4: Kostnader for etablering av nytt kunstgresssystem for en 11er-bane

Fyll	Investeringskostnad [MNOK]	Note
Gummigranulat (SBR)	2,5 – 3,5	1
Olivengranulat	3,5 – 5,2	
Kork/kokos-fiber	3,5 – 5,2	
Sand	Ikke kjent	
Trefiber	Betydelig høyere enn SBR	
Nonfill	Om lag 2x SBR	2

Kilde: NFF (2019) og erfaringstall fra informanter. Note: (1) Kostnader for kunstgressbaner med gummigranulat inkluderer ikke etablering av risikominimerende tiltak, (2) Erfaringstall for bruk av non-fillbane på 11er-bane er få da vi kun kjenner til en bane

Tabell 4-5: Kostnader for og mengdekrav for kunstgressbaner med SBR og alternativer til plasholdig fyll

Fyll	Kostnad. [NOK/m ²]	Mengdekrav [kg/m ²]
Gummigranulat (SBR)	35 – 75	7 – 15
Olivengranulat	15 – 70	1,5 – 6
Kork/kokosfiber	90 – 120	6 – 8
Kork	50 – 90	1,5 – 2.8
Sand		5 – 10
Trefiber	Ikke kjent	Ikke kjent
Nonfill	NA	NA

Kilde: KG2021 (2023) og leverandørers nettside. Note. Kostnader oppgitt er i norske kroner ekskl. mva.

5. Referanser

Askøyværingen, 2023. *Joakim (15) ble slengt ut av banen og slo hodet i muren under en fotballkamp.* [Internett]
Available at: <https://www.av-avis.no/nyheter/i/nQXbLB/joakim-15-ble-slengt-ut-av-banen-og-slo-hodet-i-muren-under-en-fotballkamp>

Bauer, B., Egebæk, K. & Aare, A. K., 2017. *Environmentally friendly substitute products for rubber granulates as infill for artificial turf fields*, s.l.: PlanMiljø.

Bø, S. M., 2021. *Faktaark: Norske kunstgressbaner.* [Internett]

Available at:

https://www.godeidrettsanlegg.no/sites/default/files/bilder/Faktaark%20Kunstgress%20i%20Norge_0.pdf

DBU, 2023. *Silkeborgbanen.* [Internett]

Available at: <https://silkeborgbanen.dk/>

Econ, 2008. *Avgifter på spillolje*, s.l.: s.n.

Forskningskampanjen, 2017. *Sjekk kunstgressbanen.* [Internett]

Available at: <https://www.miljolare.no/aktiviteter/kunstgress/rapport>

Haavik, Y., 2022. *fotball.no.* [Internett]

Available at: <https://www.fotball.no/tema/nff-nyheter/2022/satsing-pa-nytt-lovende-granulat/>

[Funnet September 2023].

KG2021, 2023. *KG2021: Et prosjekt om fremtidens kunstgressbaner*, s.l.: s.n.

KIMO, 2022. *The EU knows that microplastic pollution from artificial turf is a problem – how will they respond?*

[Internett]

Available at: <https://www.kimointernational.org/news/eu-decision-pending-on-microplastics-from-artificial-turf/>

Klima- og miljødirektoratet, 2021. *Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). Del 6. Forurensning til vassdrag og det marine miljø fra skipsfart og andre aktiviteter. Kapittel 23A. Utforming og drift av idrettsbaner der det brukes plastholdig løst fyllmateriale.* [Internett]

Available at: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_7-6#%C2%A723a-9

[Funnet 12 9 2023].

Mepex, 2011. *Materialstrømsanalyse farlig avfall*, s.l.: s.n.

Miljødirektoratet, u.d. *Gummigranulat fra kunstgressbaner.* [Internett]

Available at: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/avfallstyper/gummigranulat-fra-kunstgressbaner/>

[Funnet September 2023].

Mørch-Kontny, C. F. & Mekki, M., 2022. *Kassert kunstgress og plastholdig, løst*, s.l.: Mepex.

NFF, 2019. *Utforming av miljøvennlige kunstgressbaner: Tiltak for å redusere spredning av granulat*, s.l.: s.n.

NFF, 2023. <https://www.fotball.no/klubb-og-leder/anleggsutvikling/oversikt-anlegg-i-norge/>. [Internett]

Available at: <https://www.fotball.no/klubb-og-leder/anleggsutvikling/oversikt-anlegg-i-norge/>

[Funnet 28 8 2023].

Norconsult, 2018. *Innhenting av supplerende informasjon om løs plastbasert innfyllmateriale*, s.l.: s.n.

Regnell, F., 2019. *Mikroplastspridning från en modernt utformad konstgräsplan med skyddsåtgärder.* [Internett]

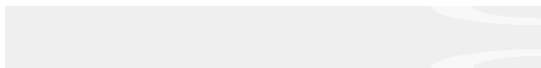
Available at: <https://www.ragnsellstyrecycling.com/globalassets/tyre-company/dokument/rapport---mikroplastspridning-fran-en-modernt-utformad-konstgrasplan-med-skyddsatgarder.pdf>

SFT, 2005. *Refusjonsordningen for spillolje 1994–2004: Tiårsrapport*, Oslo: Statens Forurensningstilsyn.

Teknologisk Institutt, 2018. *Massebalanser af gummigranulat, som forvinder fra kunstgræsbaner - med fokus på udledning til vandmiljøet*, s.l.: s.n.

Wallberg, P., Keiter, S., Andersen, T. J. & Nordenadler, M., 2016. *Däckmaterial i konstgräsplaner*. [Internett]
Available at: [https://www.sdab.se/media/1120/daeckmaterial i konstgraesplaner.pdf](https://www.sdab.se/media/1120/daeckmaterial_i_konstgraesplaner.pdf)





www.osloeconomics.no

E-post og telefon:
post@osloeconomics.no
+47 21 99 28 00

Besøksadresse:
Klingenberggata 7
0161 Oslo

Postadresse:
Postboks 1562 Vika
0118 Oslo