UNIVERSITY OF GOTHENBURG

DEPARTMENT OF EARTH SCIENCES

Jämförelse av yttemperatur på kork och andra lekplatsmaterial

En undersökning för barns säkerhet vid utomhuslek

Elin Håkansson

Judith Larsson

Degree project for Bachelor of Science with a major in Geography

2024, 180 HEC

First Cycle

Sammanfattning

Lekplatser utgör en central del för barns lek och aktivitet. Säkerheten är viktig på dessa platser, där den termiska aspekten är en del i detta. Kork testas i detta nu som fallskydd på Jubileumsparkens utflyktslekplats i Göteborg. I denna studie undersöks korkens yttemperatur i förhållande till annars vanligt förekommande markmaterial (konstgräs, asfalt, sand och kullersten) och lekutrustningsmaterial (betong, gummi, plast, metall och trä) på lekplatser. Yttemperaturer har mätts med punkttermometer på samtliga material och med stationära temperatursensorer på kork och konstgräs, mellan 9:00 och 16:00 under fyra dagar i april och maj. Dessutom har hänsynstaganden vid materialval på Jubileumsparkens utflyktslekplats undersökts genom intervjuer med informanter som varit involverade i utformningen av lekplatsen.

De stationära mätningarna, med större mätytor, visar att korken gick upp i högre yttemperaturer än konstgräs (båda något över 40°C). Med punktmätningarna uppvisade däremot konstgräset högre temperaturer (56,2°C) än korken (49,3°C). Globalstrålning korrelerar med både kork och konstgräs; vid högre globalstrålning blir materialen varmare. Vikten av skugga på lekplatser är tydlig då materialen är upp till 33°C lägre i skugga än i sol. Termisk admittans såväl som kulör påverkar yttemperaturen i olika utsträckning beroende på material. Inget material överskred gränsvärdet för brännskada, men kan komma att överskridas vid högsommardagar. Materialval har till viss del gjorts utifrån yttemperatur, men estetik, miljömässig och långsiktig ekonomisk hållbarhet har sammantaget vägt tyngre. Korken har specifikt valts av miljömässiga skäl. Skuggplanering har gjorts genom plantering av vegetation för att på lång sikt ge naturlig skugga till utflyktslekplatsen, samtidigt som det finns utmaningar i att tillhandahålla tillräckligt med skugga på kort sikt. För barns säkerhet är det viktigt att beakta yttemperaturer för mark- och lekutrustningsmaterial.

Nyckelord: Kork, Yttemperatur, Materialval, Lekplats, Barnsäkerhet

Abstract

A comparison of the surface temperature on cork and other playground materials

For the sake of children's safety during outdoor play

Playgrounds constitute an essential part in children's play and activities. The safety in these places are important, where the thermal aspect is a part of this. Cork is currently tested as a fall protection in the Jubileumsparkens utflyktslekplats, Gothenburg. In this study, the surface temperature of cork is examined in relation to otherwise common ground materials (synthetic turf, asphalt, sand and cobblestone) and playground equipment (concrete, rubber, plastic, metal and wood) used on playgrounds. Surface temperatures have been measured with a spot thermometer on all surfaces and with stationary temperature sensors on cork and synthetic turf, between 9:00 and 16:00 during four days in April and May. Additionally, the considerations made in choosing materials have been examined through interviews with informants involved in the planning of the playground.

The stationary measurements, having greater measurement area, display cork having higher surface temperature than synthetic turf (both just above 40°C). The spot measurements, however, exhibit synthetic turf with higher surface temperature (56,2°C) than cork (49,3°C). Global radiation is correlating with both cork and synthetic turf; greater global radiation makes the materials warmer. Furthermore, the study shows the importance of shadow on playgrounds, since the materials are up to 33°C cooler in the shadow than in the sun. Thermal admittance and color impacts the surface temperature to varying extents. No material exceeded the burn threshold, though it might happen during warmer summer days. The choice of material has been done partly through consideration of thermal characteristics, though aesthetics, environmental and long term economic sustainability has been more influential. The cork was mainly chosen because of its environmental beneficials. Planning of shadow has been done through planting vegetation that in the long term will grow high, giving shadow to the playground. Challenges exist in providing shadow in a short term perspective. For the sake of children's safety, it is important to consider the surface temperature on ground and play equipment materials.

Keywords: Cork, Surface temperature, Choice of materials, Playground, Children's safety

Förord

I en värld där klimatförändringar och miljöutmaningar är vår verklighet, väcks dagligen intresse för dess påverkan på vår vardag och framtid. Vi har ett ansvar att göra skillnad för att bidra till hållbar utveckling, i syfte att trygga och säkra framtiden för våra framtida generationer. Där väcktes idén till vårt kandidatarbete för Geografiprogrammet på Göteborgs universitet, att genomföra en studie kopplat till miljö och framtidens generation. Vi landade i att undersöka hur olika material påverkar yttemperaturen på lekplatser, i syfte att lyfta behovet av att välja lämpliga material med hänsyn till barnens säkerhet och komfort.

Vi vill rikta vårt största tack till våra handledare Prof. Sofia Thorsson och PostDoc. Nils Wallenberg. Tillsammans med dem formade vi vår studie att undersöka den termiska aspekten av lekplatssäkerheten på den nybyggda testarenan Jubileumsparkens utflyktslekplats, med det nya fallskyddsmaterialet kork i fokus. Er närvaro och exceptionellt bra handledning har varit av högsta betydelse för arbetsprocessen och vår slutgiltiga produkt.

Stort tack till våra informanter Victor Alm och Johan Rehngren, som med sin expertis bidrog till djupare förståelse för materialvalen och utformningen av denna utflyktslekplats. Tack till Jonas Lindberg för vägledning vid sammanställning av intervjuerna.

Innehållsförteckning

Sammanfattning **1**
Abstract **2**
Förord **3**
1. Introduktion **5**
1.1 Syfte och frågeställningar 6
2. Kunskapsöversikt **7**
2.1 Lekplatser 7
2.2 Brännrisk 7
2.3 Termiska egenskaper 8
2.3.1 Emissivitet 8
2.3.2 Termisk admittans 9
2.3.3 Albedo 9
2.4 Tidigare mätningar av yttemperaturer på lekplatser 9
2.5 Kork som fallskyddsmaterial 10
3. Studieområde **11**
4. Metodik **13**
4.1 Väderförhållanden 13
4.2 Mätning och analys av yttemperatur 15
4.2.1 Stationära temperatursensorer 16
4.2.2 Punkttermometer 17
4.2.3 Lufttemperaturmätare 17
4.3 Meteorologisk data 17
4.4 Informantintervjuer 17
4.5 Metodikdiskussion 18
5. Resultat **19**
5.1 Yttemperaturer 19
5.1.1 Maxtemperaturer 22
5.2 Uppvärmningshastighet för kork och konstgräs 24
5.3 Korrelation för kork respektive konstgräs gentemot globalstrålning 24
5.4 Informantintervjuer och hänsynstaganden vid materialval 25
6. Diskussion **27**
7. Slutsats **33**
Referenser **34**
Bilagor **38**

1. Introduktion

Lekplatser är viktiga för barn och fungerar som miljöer som uppmuntrar till lek. Den fysiska aktivitet och utomhustid som lekplatser ger, är en framgångsfaktor för både utvecklingen (Isenberg & Quisenberry, 1988) och inlärningsförmågan hos barn (Boverket, 2015). Detta gör att lekplatser utgör en central del av det offentliga rummet för barns lek och aktivitet. För att sådana platser ska kunna påverka barnen på positiva sätt, krävs det i grund och botten att utformningen är säker och trygg. Ingen ska fastna, klämma eller bränna sig på marken eller lekutrustningen. Det gör att materialvalen är av yttersta vikt, i syfte att trygga både barns hälsa och miljön, genom att utforma säkra och hållbara lekplatser.

En aspekt som behöver få ökad uppmärksamhet i detta är de termiska egenskaperna hos olika material, med avseende på dess yttemperatur. Detta för att kunna undvika risker för brännskador. Eftersom våra nutida klimatförändringar dessutom får temperaturen att stiga (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, [SMHI], 2024b), blir det allt mer angeläget att ta yttemperaturen i beaktning. Olika material har olika temperaturgränser för när brännskador kan uppkomma vid olika kontakttider (Swedish Standard Institute [SIS], 2008). Att ha kontakttider i åtanke är särskilt relevant då användarna av dessa utrymmen främst är barn, som i många fall har lägre reaktionsförmåga än vuxna (SIS, 2008). Material har olika termiska egenskaper som gör att de exempelvis kan värmas upp snabbare eller långsammare, eller lagra värme mer eller mindre. I tidigare studier som gjorts över yttemperaturer på lekplatser har det framkommit att konstgräs varit ett material som kommit upp i mycket höga temperaturer under varma och soliga sommardagar (Lee et al., 2015; Pfautsch, Wujaska-Klause & Walters, 2022). Detsamma har visat sig för gummi, som uppmätt temperaturer runt 90°C (Pfautsch et al., 2022; Vanos, Middle, McKercher, Kuras, & Ruddell, 2015).

Att hitta substitut för markmaterial är aktuellt då vanligt förekommande markmaterial på lekplatser idag inte är miljömässigt hållbara. Exempelvis bidrar gummigranulat till kemisk exponering (Celeiro et al., 2021) och konstgräs till risk för mikroplaster i vår natur (Algattaf, 2020). Just nu testas korken som ett nytt fallskyddsmaterial på en av Göteborgs lekplatser. I detta behövs dess termiska egenskaper undersökas, för att bekräfta potentiellt gynnsamma egenskaper, och belysa eventuella risker för höga yttemperaturer. Den här studien tar sikte på

att besvara korkens lämplighet som lekplatsmaterial utifrån yttemperatur, med Jubileumsparkens utflyktslekplats som studieområde.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien är att undersöka hur korkens yttemperatur ser ut i förhållande till annars vanligt förekommande mark- och lekutrustningsmaterial på lekplatser, samt vilka hänsynstaganden som görs vid materialval. Detta studeras dagtid under april och maj genom mätning av yttemperaturer och via informantintervjuer.

1. Hur skiljer sig yttemperaturerna hos olika markmaterial (kork, konstgräs, asfalt, sand och kullersten) och lekutrustningsmaterial (betong, gummi, plast, metall och trä)?
2. Vilka hänsynstaganden har gjorts vid val av mark- och lekutrustningsmaterial på Jubileumsparkens utflyktslekplats?

2. Kunskapsöversikt

2.1 Lekplatser

Lekplatser uppmuntrar till lek hos barn. Att leka är viktigt för barns utveckling (Isenberg & Quisenberry, 1988); det bidrar till fantasi, kreativitet och bearbetning av känslor och tankar (Boverket, 2015). Rätten till lek är även en punkt i barnkonventionen (Unicef, u.å). Fysisk aktivitet spelar också en betydande roll för barn och deras utveckling likväl som deras beteende och prestation vid stillasittande aktiviteter (Becker, McClelland, Loprinzi, & Trost, 2014; Boverket, 2015). Utemiljöer bidrar till den fysiska aktiviteten och tillgängligheten till utemiljöer är en faktor som påverkar detta. Lekplatser kan även ses som en mötespunkt bland människor och i det uppstår lek (Boverket, 2015).

Lekplatser behöver vara säkra för besökarna, och det finns flera olika riktlinjer och lagar för hur detta uppnås – Plan- och bygglagen, Boverkets föreskrifter samt Produktsäkerhetslagen. Bland annat finns olika fallskyddsregler, rekommendationer och krav på fallskyddsunderlag för olika fallhöjd på lekplatser, exempelvis den svenska standarden SS-EN 1177:2018+A1:2024 (SIS, 2024). I temperaturaspekten är det också viktigt att det är säkert så det inte uppkommer brännskador eller obehag.

2.2 Brännrisk

Olika material kan ge brännskador vid olika temperaturer. Vad som påverkar risken för brännskador är yttemperaturen, typ av material och kontakttid (tiden hud och material vidrör varandra) (SIS, 2008). Dessutom påverkar ytans struktur, samt hur känslig personen i frågas hud är, när det kommer till risk för brännskador (SIS, 2008). Exempelvis har plast ett gränsvärde på 77°C för en kontakttid på 3 sekunder och 74°C för en kontakttid på 5 sekunder. Samtidigt kan en metallyta ha ett gränsvärde för brännskada på 63°C för en kontakttid på 3 sekunder och 60°C för 5 sekunder (SIS, 2008). Speciellt barn under två år har en långsammare reaktionsförmåga, vilket kan resultera i att de inte kommer bort från den varma ytan och upp till 15 sekunders kontakttid kan uppkomma (SIS, 2008).

I tabell 1 visas gränsvärdena för brännskador av vanligt förekommande material på lekplatser. Korkmaterialet finns inte med i den svenska standarden (EN ISO 13732-1:2008) och är därmed inte med i tabellen. Att notera är att det kan uppkomma obehag vid lägre temperatur utan att det klassificeras som brännskada (SIS, 2018).

Tabell 1: Gränsvärden för brännskada på olika material vid kontakttid på 3 sekunder, 5 sekunder och 1 minut. (Data hämtad från EN ISO 13732-1:2008)
Table 1: Burn threshold on different materials with contact time of 3 seconds, 5 seconds and 1 minute. (Data from EN ISO 13732-1:2008)

Material	Gränsvärde (°C) för kontakttid på		
	3 sekunder	5 sekunder	1 minut
Konstgräs	77	74	60
Kullersten	73	69	56
Asfalt	73	69	56
Sand	73	69	56
Betong	73	69	56
Belagd metall [a]	63	60	51
Gummi	77	74	60
Plast	77	74	60
Trä	99	93	60

[a] Gränsvärden skiljer sig beroende på vilken typ av beläggning. Här har lägsta gränsvärdet använts.

2.3 Termiska egenskaper

Material har olika termiska egenskaper. Nedan följer en förklaring på emissivitet, termisk admittans och albedo.

2.3.1 Emissivitet

Emissivitet definierar ett materials förmåga att absorbera och avge termisk strålning. Matta och porösa ytor tenderar att ha högre emissivitet, jämfört med polerade och spegelblanka ytor. Metaller kan ha varierande emissivitetsvärden beroende på deras behandling och ytskikt. Till exempel kan polerad metall ha en låg emissivitet medan samma metall i oxiderad eller korroderad form kan ha en högre emissivitet. Korrekt mätning och förståelse av emissivitet är avgörande inom många områden, inklusive yttemperaturmätning (FLIR Systems, u.å.). De allra flesta material har en emissivitet mellan 0,90 - 0,95 (Barreca & Riccardo Fichera 2015; FLIR Systems, 2015).

2.3.2 Termisk admittans

Termisk admittans mäter ett materials förmåga att ta upp och avge värme, som kvoten mellan termisk ledningsförmåga och materialets tjocklek. Ju högre termisk admittans, desto långsammare uppvärmning och avkylning. Sten, betong och asfalt är tre exempel på material med hög termisk admittans medan trä är ett exempel på ett material med lågt värde (Folkhälsomyndigheten, 2018).

2.3.3 Albedo

Alla objekt reflekterar ljus mer eller mindre. Det ljus som inte reflekteras, antingen transmitteras (genomskär materialet) eller absorberas (tas upp av materialet). Vid absorption tas ljuset upp av materialet och omvandlas till värme. Hur stor andel av ljuset som absorberas beror på vilket material det är samt dess tjocklek och färg. Ljusa färger reflekterar större andel av det infallande ljuset, medan mörka färger absorberar desto större andel (Paminto, Fianti & Yulianti, 2021). Albedo är begreppet för måttet på reflektionsförmåga. Ju högre albedo desto mer reflekteras ljuset, och ju lägre albedo desto mer absorberas ljuset (Dobos, 2020). Material i ljusa färger har generellt ett högt albedo, medan material i mörka färger har lågt albedo.

2.4 Tidigare mätningar av yttemperaturer på lekplatser

Tidigare studier av yttemperaturen för olika material på lekplatser har gjorts i bland annat Australien (Pfautsch et al., 2022), USA (Vanos et al., 2015) och Sydkorea (Lee et al., 2015). I en nylig studie utförd av Pfautsch et al. (2022) i Australien identifierades mörkfärgade marktäckande gummimaterial samt konstgräs som de varmaste ytorna med yttemperaturer över 80°C, vilket tyder på hög absorptionsförmåga. Detta nya inslag i forskningen bekräftar den tidigare studien av Lee et al. (2015), eftersom konstgräs även där presenterades som ett av de allra varmaste materialen. Konstgräsets syntetiska sammansättning är det som bidrar till de varma yttemperaturerna (Petrass, Twomey, & Harvey, 2014). Resultaten från Lee et al. (2015) visade också att betong har förmåga att behålla värme under längre perioder. Likväl har gummi visat sig vara ett material som genererar höga yttemperaturer, i USA, uppmätt till 87,2°C (Vanos et al., 2015). Liknande resultat presenterades i Australien med den högsta uppmätta temperaturen på 84,5°C för gummi som markmaterial och 91,8°C för gummi på lekutrustning (Pfautsch et al., 2022).

2.5 Kork som fallskyddsmaterial

Kork är ett naturligt trämaterial som används allt mer till olika användningsområden (Gil, 2015), bland annat som fallskyddsmaterial (Figur 1) till gummigranulat (Celeiro, Armada, Dagnac, de Boer, & Llompart, 2021). Gummi har länge varit ledande som fallskyddsmaterial på lekplatser och idrottsanläggningar, men har väckt diskussioner vad gäller säkerhet, främst gällande risken för kemisk exponering för människor (Celeiro et al., 2021). Korkmaterial har undersökts som ett mer miljövänligt alternativ till gummigranulat, där resultatet visade att korken har färre hälsofarliga föreningar än gummit vad gäller just exponering av kemikalier (Celeiro et al., 2021). Likväl kan det vara ett alternativ till konstgräs, när plast är ett av världens växande bekymmer. Detta till följd av att mikroplaster i många fall släpps ut i land- och vattenmiljöer under produktion, och då plast inte är nedbrytbart blir detta ett hot mot miljön (Algattaf, 2020). Med det sagt anses därför korkmaterialet vara en potentiellt säkrare och mer hållbar lösning för inom- såväl som utomhusytor (Celeiro et al., 2021).

Figur 1: Korken som fallskyddsmaterial. Närbild till vänster, översiktsbild till höger.

Figure 1: Cork as fall protection material. Close up to the left, overview to the right.

3. Studieområde

Studieområdet innefattar Jubileumsparkens utflyktslekplats (57,71779, 11,95674) som är beläget i Frihamnen, Göteborg (Figur 2). Frihamnen var en hamn som anlades 1922, där varor fraktades fria från tull i hamnområdet (Göteborgs Hamn AB, u.å; Göteborgs Hamn AB, 2020). Bananpiren, som är en del av Frihamnen, fick namnet i samband med bananimport (Göteborgs Hamn AB, 2020). Efter detta, fram till 2017, var Frihamnen en kryssningsterminal (Göteborgs Hamn AB, u.å.).

Nu ingår Frihamnen i stadsbyggnadsprojektet Älvstaden. Detta innebär en utökning av Göteborgs stadskärna som ska vara inkluderande, grön och länka samman stadsdelar, stad och vatten (Göteborgs Stad, u.å.d). En del i Frihamnens utveckling är Jubileumsparken. Jubileumsparken anlades inför Göteborgs 400-års jubileum och invigdes under jubileumsfestivalen, juni 2023. Utflyktslekplatsen utgör cirka 2000 kvadratmeter av hela Jubileumsparken (Göteborgs Stad, u.å.a). Parken ska vara en mötesplats för stadens invånare och bygger på önskemål som göteborgarna haft – mer grönområden och närhet till vatten och bad – och innehåller, utöver utflyktslekplatsen, även hamnbad, uteklassrum och bastu. Tanken är att området ska inkluderas i en ny stadsdel och används nu som en testarena för hållbar stadsutveckling (Göteborgs Stad, u.å.a), där det sedan 2014 har testats olika prototyper för att sedan besluta om vad som ska bli permanent (Göteborgs Stad, u.å.b). Utflyktslekplatsen öppnade i augusti 2022 och blev den första permanenta delen av Jubileumsparken. Lekplatsen innehåller flera olika möjligheter till lek; bland annat klätterställningar, gungor och rutschkanor, men även ljudskulpturer samt vatten- och sandlek för lugnare aktiviteter. Vidare finns även sittplatser och gläntor att ha picknick i (Göteborgs Stad, u.å.c). Från observationer på plats är det tydligt att detta är en använd lekplats, både av barn som kommer dit med sina föräldrar men även av förskolor.

Göteborg, Sveriges andra största stad, ligger på Sveriges västkust och ingår i varmtempererade zonen enligt Köppens klimatsystem (SMHI, 2024b). Ett område som omfattas av säsonger med skillnad i vädret, vintersäsonger med en medeltemperatur på cirka -3°C och medeltemperatur under sommarsäsongen cirka 18°C (SMHI, 2024b). Däremot kan maxmedeltemperaturen under sommaren vara uppåt 23°C (SMHI, u.å.). Detta är ett maxmedelvärde (normalperiod 1991-2020), alltså kan temperaturerna även överstiga detta med marginal. Det finns också tydliga trender som påvisar temperaturökning, vilket leder till

varmare klimat i framtiden (SMHI, 2024b). Nederbörden är hög konstant under året med en topp under sommarperioden och en medelnederbörd på cirka 800-1000 millimeter per år, normalperioden 1991-2020 (SMHI, 2024b).

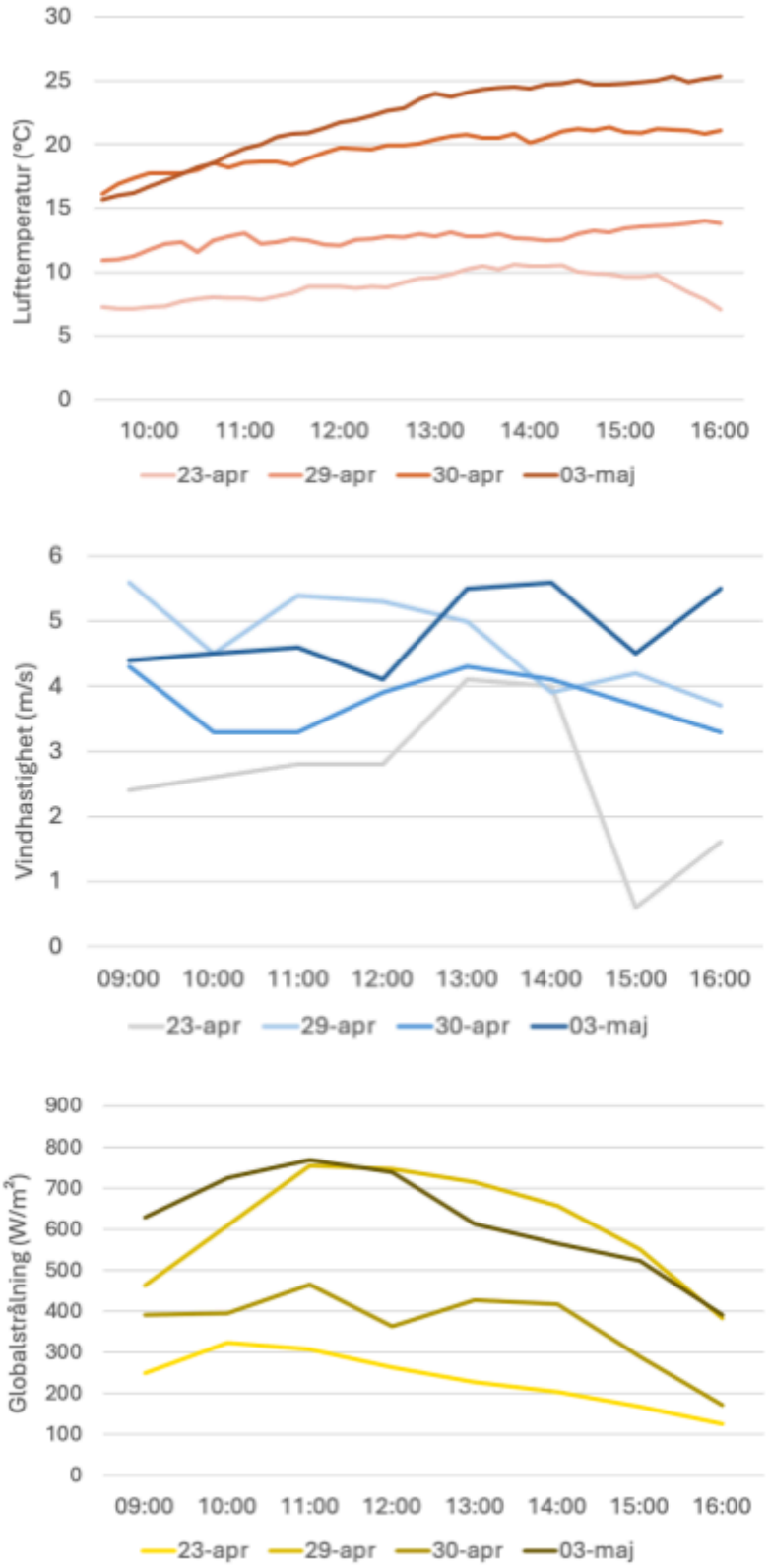
Figur 2: Karta över Jubileumsparken, Frihamnen, Göteborg, med mätpunkter för yttemperaturmätning.
Figure 2: Map over Jubileumsparken, Frihamnen, Gothenburg, with measurement points for surface temperature measurement.

4. Metodik

I denna studie har både kvantitativ och kvalitativ metod använts. Datainsamling av yttemperaturer används i studien som kvantitativ metod medan informantintervjuer används som kvalitativ metod.

4.1 Väderförhållanden

Datainsamling av yttemperaturer gjordes under fyra dagar i april och maj, 2024; 23 april, 29 april, 30 april och 3 maj. Vädret under mätdagarna presenteras i figur 3 innehållande tre diagram som visualiserar lufttemperatur, vindhastighet och globalstrålning. Lufttemperaturen ökar i takt med mätdagarna, med andra ord var den som lägst första dagen, och som högst den sista, med undantag 9:30-10:30 den 30 april och 3 maj. Vindhastigheten varierar desto mer, med oregelbunden ökning och sänkning samtliga dagar. En markant sänkning av vindhastigheten skedde den 23 april, strax innan en sänkning av lufttemperaturen samma dag. Jämnare kurvor, jämfört med vindhastigheten, presenteras för globalstrålningen. Med andra ord en positiv kurva på förmiddagen, för att sedan avta under eftermiddagen. Högst globalstrålning var den 29 april och 3 maj, och desto lägre den 23 och 30 april.



Figur 3: Lufttemperatur (egen data), vindhastighet (SMHI, 2024; station: Göteborg A, stationsnummer: 71420) och globalstrålning (SMHI, 2024; station: Göteborg Sol, stationsnummer: 71415) under mätdagarna.

Figure 3: Air temperature (own data), wind speed (SMHI, 2024; station: Göteborg A, station number: 71420) and global radiation (SMHI, 2024; station: Göteborg Sol, station number: 71415) during the measuring days.

4.2 Mätning och analys av yttemperatur

I syfte att testa hur korkens yttemperatur ser ut i förhållande till annars vanligt förekommande material på lekplatser, samlades data av yttemperaturer in på Jubileumsparkens utflyktslekplats (Figur 2). De material som mättes var markmaterial (kork, konstgräs, asfalt, sand och kullersten) och lekutrustningsmaterial (betong, gummi, plast, metall och trä) (Figur 4). Kork, konstgräs och sand är markunderlag till lekutrustning, medan asfalt och kullersten är andra markmaterial som återfinns på lekplatsen. Yttemperaturmätningar av plast och gummi togs på varsin gunga och trä, metall och betong på annan lekutrustning. För geografisk placering av mätpunkterna, se figur 2. Till detta användes två stationära temperatursensorer samt en punkttermometer för att mäta materialens yttemperaturer vid olika tidpunkter och väderförhållanden.

De stationära temperatursensorerna monterades på vardera stativ och placerades med cirka 7 centimeters mätavstånd från kork respektive konstgräs. Valet av konstgräs skedde med anledning att det är ett motsvarande markmaterial till kork. Mätningen av kork gjordes på en plan yta medan konstgräset mättes på en sluttande yta (cirka 20° lutning) i riktning åt öster. Placeringarna gjordes utefter praktiska möjligheter, närmare bestämt utrustningens räckvidd. Sensorerna mätte respektive yttemperatur under tidsintervallet 9:00-16:00, med upptag av data en gång per minut. Vidare mättes yttemperaturer för samtliga utvalda material (Figur 2) med punkttermometern FLIR TG54. Den första mätningen gjordes 9:00 och den sista 16:00, med 30 minuters intervall. När det var möjligt mättes yttemperaturen för respektive material i både sol och skugga. Samtliga temperaturer mättes med cirka 7 centimeters avstånd från materialens ytor. Utöver yttemperaturer mättes även lufttemperaturen under dagarna, med en TinyTag placerad på två meters höjd i ett rör för att skyddas mot direkt solljus.

Datan från de stationära sensorerna sparades via programmet LoggerNet, datan från punkttermometern protokollfördes manuellt medan programmet Easy View användes för nedladdning av datan från TinyTag. All data analyserades sedan i Excel för att identifiera mönster och samband i syfte att besvara studiens första frågeställning. Korrelationsanalys gjordes med data från de stationära temperatursensorerna gentemot globalstrålningen. Ett medelvärde på yttemperaturen per timme räknades ut från de stationära temperatursensorernas data och användes i korrelationsanalysen. Vidare beräknades uppvärmningshastighet (°C/h)

för korkens och konstgräsets yttemperaturer insamlade med de stationära temperatursensorerna den 3 maj, 2024.

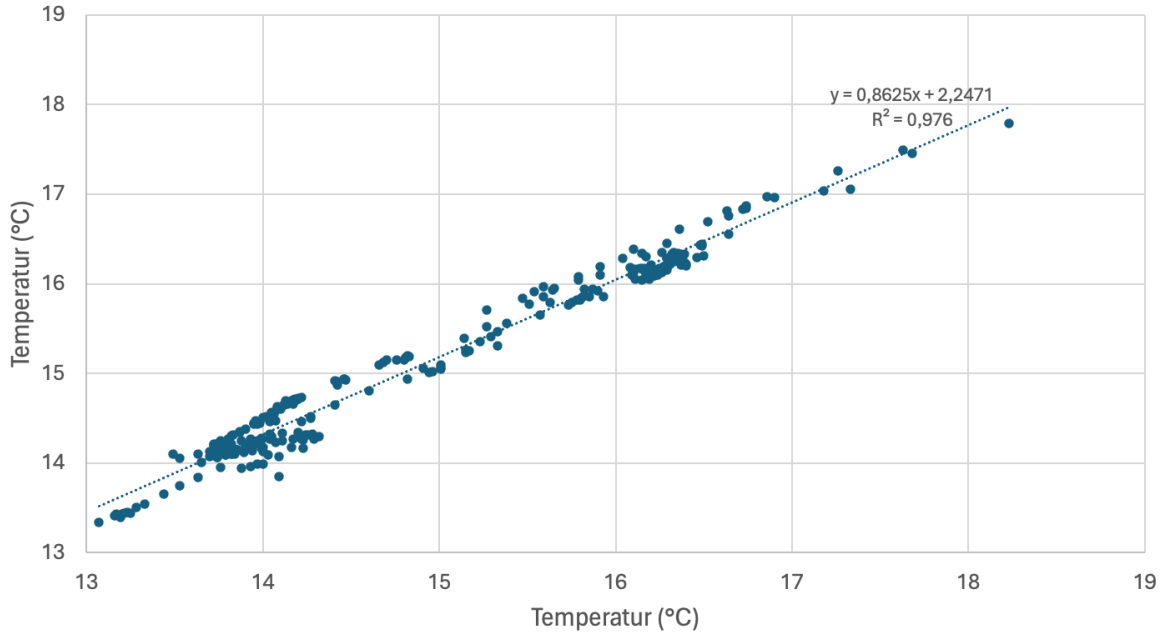
Figur 4: Mätplatser för materialen.

Figure 4: Measurement locations for the materials.

4.2.1 Stationära temperatursensorer

För yttemperaturmätning av kork och konstgräs användes två stationära temperatursensorer (SI-111) från Apogee Instruments. Sensorerna är tillverkade för mätning av temperatur inom forskning och annan miljöövervakning. De innehar avancerad teknik som säkerställer exakta avläsningar för pålitlig data vid övervakning av temperaturförändringar i olika miljöer (Apogee Instruments, 2024). Mätningarna skedde varje minut med en noggrannhet på 0,2 C och upplösning på 0,01° (Apogee Instruments, 2022). Distansen mellan sensor och mätyta var cirka 7 centimeter, och med sensorernas synfält på 22° halv vinkel (Apogee Instruments, 2022) ger detta en mätpunkt med en diameter på cirka 60 millimeter.

Innan första mätdagen kalibrerades de stationära temperatursensorerna gentemot varandra, för att säkerställa validiteten i temperaturmätningarna och senare jämförelsen mellan dem. Kalibreringen genomfördes den 9 april 2024 där sensorerna mätte på samma yta, mitt på dagen. Därefter kalibrerades den ena sensorn efter den andra enligt den linjära regressionen (y = 0,8625x + 2,2471) (Figur 5).



Figur 5: Regressionsanalys för kalibreringen av de stationära temperatursensorerna.

Figure 5: Regression analysis of the calibration for the stationary temperature sensors.

4.2.2 Punkttermometer

Punkttermometern som användes var FLIR TG54, en infraröd termometer med en noggrannhet på 0,01°. Den används genom beröringsfri teknik genom att mäta yttemperaturen på avstånd med hög precision (FLIR Systems, 2023). För exakt riktning av mätningen finns en inbyggd laserpekare. Distance-to-spot ratio (D:S) är 24:1 (FLIR Systems, 2015), vilket innebär att en distans på 7 centimeter mellan givaren och materialet ger en mätyta på cirka 2,9 millimeter i diameter. I aktuellt projekt användes detta verktyg vid mätning av samtliga ytmaterial. Emissivitetsvärdet är inställt på 0,95 och samtliga material som mäts har ett värde mellan 0,90-0,95.

4.2.3 Lufttemperaturmätare

Lufttemperaturmätaren TinyTag är en kompakt enhet som innehar avancerade sensorer, trådlös teknik och samlar in tillförlitlig data med noggrannhet på 0,01°. Den är menad att användas vid noggrann övervakning där datan sedan överförs till annan programvara för analys och rapportering (Intab, u.å.). Givaren placerades i aktuell studie på 2 meters höjd i ett strålningsskydd för att skyddas mot direkt solljus.

4.3 Meteorologisk data

Meteorologiska data över globalstrålning för mätdagarna hämtades från stationen Göteborg Sol (stationsnummer: 71415) via Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI, 2024a).

4.4 Informantintervjuer

Informantintervju användes som kvalitativ metod i studien, i syfte att besvara vilka hänsynstaganden som gjorts vid valen av de olika materialen. För att få en djupare inblick i processen bakom materialval och planering av utflyktslekplatsen genomfördes två intervjuer; en med Victor Alm, partner på New Order Arkitektur och uppdragsansvarig arkitekt för utflyktslekplatsen, samt en med Johan Rehngren, stadsträdgårdsmästare, på Göteborgs Stad, som varit med i ledningsgruppen för Jubileumsparken. Båda intervjuerna var av semistrukturerad karaktär för flexibilitet att följa upp på specifika ämnen och fungerade som informantintervjuer eftersom respondenterna delade sin kunskap och expertis för att belysa olika aspekter av projektet (Esaiasson, Gilljam, Oscarsson & Wängnerud, 2012).

Intervjuguiden skiljer sig aningen mellan intervjuerna, efter bedömning av vad som är relevant utefter deras respektive befattning (Appendix 1 & 2).

Intervjun med Victor Alm genomfördes den 10 april 2024 via telefon under 22 minuter. Telefonintervju önskades av informanten, och ansågs i efterhand både välfungerande och tidseffektivt. Intervjun med Johan Rehngren genomfördes den 7 maj 2024 via videosamtal under 44 minuter. Videosamtal beslutades utefter tidseffektivitet, och bedömdes mer personligt än telefonintervju. De båda intervjuerna inleddes med att informanten fick berätta om sin roll i projektet Jubileumsparkens utflyktslekplats. Frågorna som ställdes till dem båda var huvudsakligen kring vilka hänsynstaganden som gjorts vid materialvalen, däribland varför de valde kork som ett av markmaterialen. Även temperaturspecifika frågor ställdes, som hur arbetet kring skuggplanering har sett ut, färgval och huruvida man tagit hänsyn till yttemperaturer vid utformningen av utflyktslekplatsen. Intervjuerna fyllde sitt syfte då svaren från de båda informanterna besvarade intervjufrågorna såväl som studiens andra frågeställning.

4.5 Metodikdiskussion

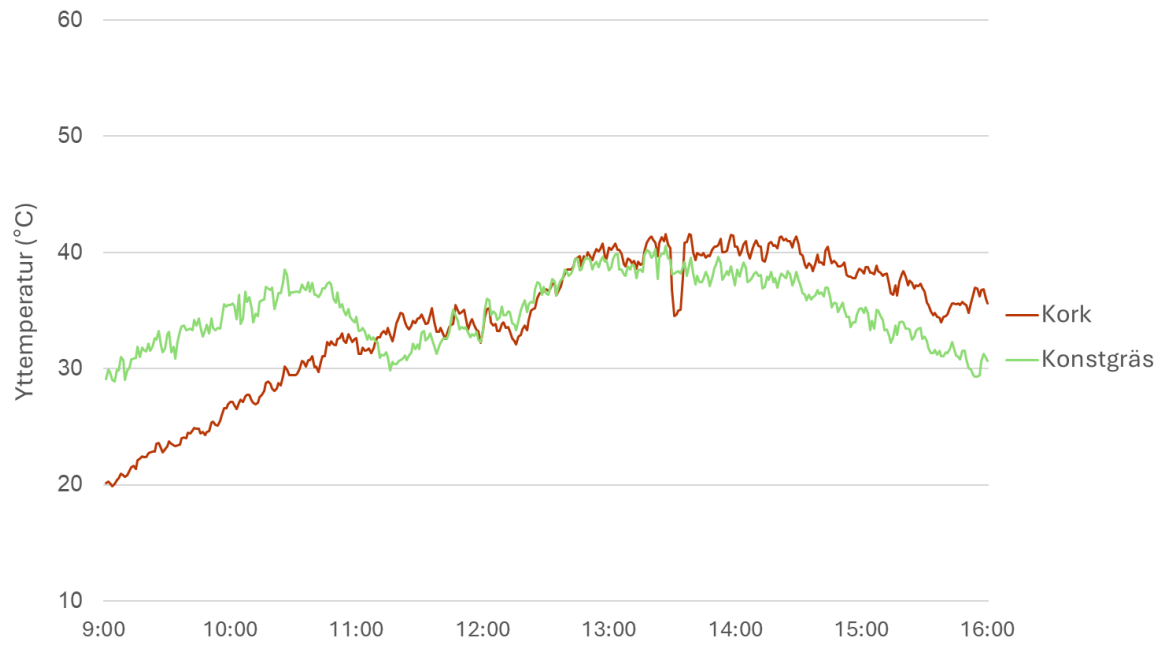
De två olika yttemperaturmätarna – stationära temperatursensorerna och punkttermometern – har olika storlek på sina mätpunkter. Detta medför att punkttermometern mäter yttemperatur på en punkt med 2,9 millimeters diameter medan de stationära temperatursensorerna mäter en större yta, cirka 60 millimeter i diameter, och beräknar ett medelvärde över hela ytans temperatur. Eftersom både korken och konstgräset är ojämna i sin ytstruktur, kan detta göra att millimetersmå punkter kan ligga i skugga och andra i sol. Detta gör alltså att punkttermometern kan ha mätt punkter som endast varit i sol eller skugga och därmed visar ett annat värde än de stationära temperatursensorerna som istället tagit ett medelvärde av ett större område där både skugga och sol samverkar.

5. Resultat

Nedan redovisas resultatet. Inledningsvis presenteras de insamlade yttemperaturmätningar i fält för en solig och varm dag (3 maj, 2024). Därefter redovisas maxtemperaturerna för samtliga material alla mätdagar, och specifikt för den varmaste dagen. Vidare visualiseras uppvärmningshastigheten för kork och konstgräs, följt av ett korrelationsdiagram för dessa två markmaterial gentemot globalstrålning. Avslutningsvis redovisas intervjuerna med Victor Alm och Johan Rehngren.

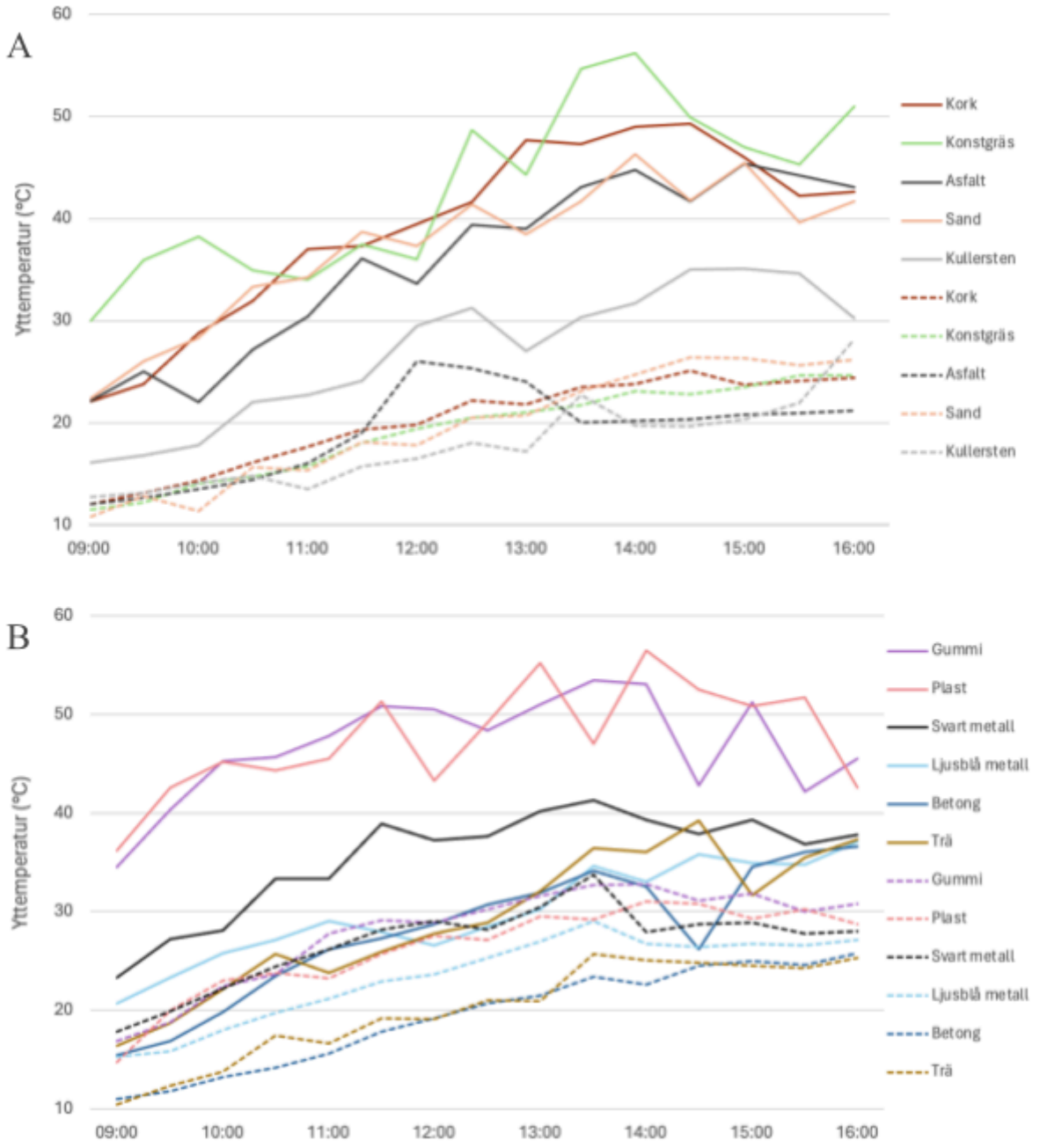
5.1 Yttemperaturer

Figur 6 visar yttemperatur för kork och konstgräs uppmätt med de stationära temperatursensorerna en solig och varm dag (3 maj, 2024). I början av dagen uppmäter konstgräset högre yttemperatur än korken. Strax innan 11:00 sjunker konstgräset i yttemperatur, men återgår till en fortsatt höjning omkring en halvtimme senare. Materialen följs därefter åt till 14:00 när kork sedan uppmäter högre yttemperatur än konstgräset resten av mätdagen. De uppmäter de högsta yttemperaturerna mellan 13:00-14:00, frånräknat en dipp på konstgräset vid 13:30. De båda materialen avsvalnar från cirka 14:30.



Figur 6: Yttemperatur för kork och konstgräs, uppmätt av de stationära temperatursensorerna den 3 maj, 2024.
Figure 6: Surface temperatures over cork and synthetic turf, measured by the stationary temperature sensors May 3, 2024.

Yttemperaturer för samtliga material uppmätta med punkttermometern den 3 maj, 2024, presenteras i figur 7. Heldragna linjer är mätningar i sol medan streckade linjer är mätningar i skugga. Det går på samtliga material att se skillnad mellan temperaturerna i sol och i skugga, där samtliga material är varmare i solen. Samtliga material är lika varandra i skugga medan temperaturerna skiljer sig mer åt mellan materialen i solen. Varmaste markmaterialen är kork och konstgräs, följt av sand och asfalt. För lekutrustningen är det gummi och plast som har blivit varmast. Det svalaste markmaterialet i sol är kullersten och för lekutrustningen betong, trä och ljusblå metall.



Figur 7: Yttemperatur på material den 3 maj, 2024. Data från punktermometern. Heldragna linjer är mätningar i sol och streckade linjer är mätningar i skugga. A) Yttemperatur på markmaterial. B) Yttemperatur på lekutrustning.

Figure 7: Surface temperature on materials May 3, 2024. Data from the spot thermometer. Solid lines are measurements in sun and dashed lines are measurements in shadow. A) Surface temperature on ground materials. B) Surface temperatures on play equipment.

5.1.1 Maxtemperaturer

Den maximala yttemperaturen för samtliga material och dagar går att utläsa i tabell 2 och baseras på mätningar med punkttermometern. Som synes, är de högsta temperaturerna för samtliga material den soliga och varmaste dagen, den 3 maj, 2024. Den lägsta maxtemperaturen för samtliga material, förutom kork och konstgräs, uppmättes den mulna och kallaste dagen, den 23 april.

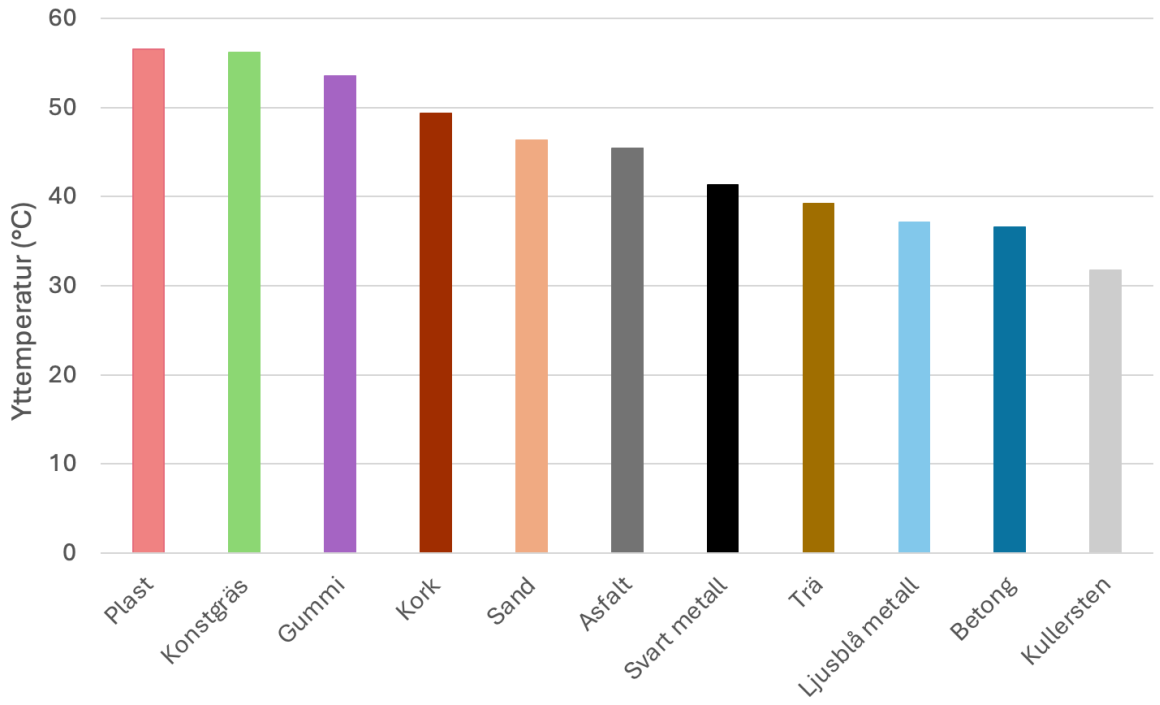
Tabell 2: Maxtemperaturer för samtliga material under mätdagarna. Data från punkttermometern.
Table 2: Maximum temperatures for every material during the measuring days. Data from the spot thermometer.

Material	Maxtemperatur (°C) under mätdagarna			
	23 april	29 april	30 april	3 maj
Kork [a]	36,7	39,3	36,3	49,3
Konstgräs [a]	38,7	45,6	31,1	56,2
Asfalt [a]	26,8	32,8	32,2	45,4
Sand [a]	22,2	33	28,2	46,3
Kullersten [a]	16,3	27	25,2	31,7
Betong [b]	18,8	27,9	24,7	36,6
Gummi [b]	30,2	42,1	33,8	53,5
Plast [b]	27,8	43,3	38,4	56,5
Ljusblå metall [b]	17,7	28,8	24,2	37,1
Svart metall [b]	26,9	33,2	29,7	41,3
Trä [b]	20,2	30,5	23,9	39,2

[a] Markmaterial

[b] Lekutrustningsmaterial

Maxtemperaturerna för den 3 maj, 2024, visualiseras även i figur 8. Staplarna presenteras sedan i fallande ordning från högst till lägst maxtemperatur. Plasten uppmätte den högsta maxtemperaturen medan kullersten uppmätte den lägsta.



Figur 8: Maxtemperaturer för samtliga material den 3 maj, 2024. Data från punkttermometern.

Figure 8: Maximum temperatures for every material May 3, 2024. Data from the spot thermometer.

5.2 Uppvärmningshastighet för kork och konstgräs

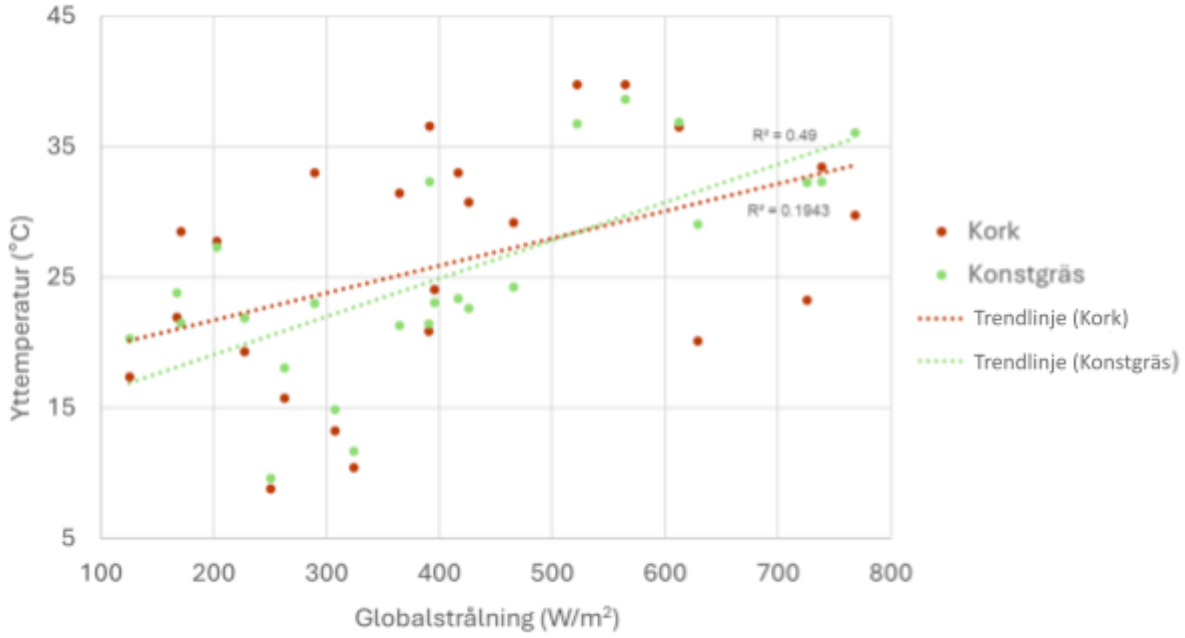
Uppvämningshastigheten har beräknats för den 3 maj, 2024, med data från de stationära temperatursensorerna. Uppvärmningshastigheten för kork och konstgräs är mycket skiftande under dagen och varierar mellan att värmas upp och kylas av (Figur 9).

Figur 9: Uppvärmningshastighet i sol för kork och konstgräs den 3 maj, 2024. Data från de stationära temperatursensorerna.

Figure 9: Thermal velocity in sun for cork and synthetic turf May 3, 2024. Data from the stationary temperature sensors.

5.3 Korrelation för kork respektive konstgräs gentemot globalstrålning

Figur 10 visar korrelationen för yttemperaturerna på kork respektive konstgräs gentemot globalstrålning. Korrelationsanalysen har gjorts för den 3 maj, 2024, med yttemperaturer från de stationära temperatursensorerna. Både yttemperaturen för kork och konstgräs korrelerar med globalstrålningen (p=6,8e-13 respektive p=6,24e-13). Cirka 19% (R^2 = 0,1943) av korkens yttemperatur och cirka 49% (R^2 = 0,49) av konstgräsets yttemperatur kan förklaras av globalstrålningen.



Figur 10: Korrelationsgrafer för kork och konstgräs i förhållande till globalstrålning. Data från stationära temperatursensorer och SMHI (2024a).

Figure 10: Correlation graphs for cork and synthetic turf in relation to global radiation. Data from the stationary temperature sensors and SMHI (2024a).

5.4 Informantintervjuer och hänsynstaganden vid materialval

Victor Alm, partner på New Order Arkitektur och uppdragsansvarig arkitekt för Jubileumsparkens utflyktslekplats

Informanten betonar att korkmaterialet valdes ur ett miljöperspektiv tillsammans med Göteborgs stad. Motsvarande plast- och gummimaterial ansågs inte vara tillräckliga sett till varken miljövänlighet (på grund av exempelvis dess mikroplaster) eller estetik. Alm berättar att hänsynstagande till yttemperaturer vid materialvalen har resonerats kring i viss utsträckning. Där finns det redan bestämda regler, som att rutschkanor inte ska ligga södervända, just för att minska exponeringen av direkt solljus. Utöver det har arkitekterna undvikit svarta kulörer. I övrigt är valen av de olika materialen och dess egenskaper gjorda utefter hållbarhet och estetik.

Vidare lyfter Alm skuggplanering som en utmaning. Detta på grund av att man inte får bygga krypin eller tak över plana ytor. På bevåg av arkitektfirman MARELD har istället träd förflyttats från Västlänken, Göteborg, i syfte att ge naturlig skugga på lekplatsen. Som ett resultat av noggrannhet inkluderat 3D-ritningar på millimeternivå, berättar Alm att resultatet

av utflyktslekplatsen blev som visionen. Detta exklusive att det nu finns uppgifter om att korkmaterialet har krympt, vilket inte var förväntat. Alm avslutar med att lekplatser är en viktig del för människor i en stad, vilket gör att man direkt kan se ett värde av sådana här typer av testarenor.

Johan Rehngren, stadsträdgårdsmästare på Göteborgs Stad och med i ledningsgruppen för Jubileumsparken

Informanten berättar att projektet Jubileumsparkens utflyktslekplats har fungerat som testbädd för att pröva och utvärdera olika material och utformningar. Taken och vegetationen i parken är utformade för att skapa ett så optimalt mikroklimat som möjligt och skydda från direkt solinstrålning, vind och nederbörd, och genom detta skapa kontrast och balans mellan de gröna inslagen och de byggda miljöerna i parken. Lekplatssäkerhet med EU-lagstiftning har lagts vikt vid, inkluderat brännsäkerhet. Ett exempel som Rehngren tar upp är valet av tjockt lackerad metall, ett slitstarkt material som med färglagret inte blir lika varmt som galvat stål. I detta har livscykelperspektivet tagits i högsta beaktning vad gäller materialval, med andra ord lekutrustningar med lång livslängd och låg driftkostnad ur ett långsiktigt ekonomiskt perspektiv. Med strävan att gå ifrån traditionell lekutrustning, och istället aktivera de kognitiva förmågorna och motoriska utvecklingen genom att skapa friare lek, hoppas man locka lekplatsen att bli en plats för människor att mötas mellan stadsdelarna.

Korkmaterialet är sedan tidigare testat i andra kommuner i landet och Rehngren förklarar att Göteborgs stad valde att satsa på materialet i syfte att hitta ett alternativt material som går hand i hand med miljö- och klimatprogrammet. Korkens primära ingång är att det är giftfritt, och prövas nu som substitut till exempelvis gummigranulat. Fallskyddsgummi är ett annars vanligt förekommande material på lekplatser, trots att det är giftigt, berättar Rehngren. Liknande miljörelaterad motivering som med korken har gjorts vid valet av accoya-trä. Det är ett furumaterial impregnerat med vinäger, och är därmed också giftfritt. Vidare menar Rehngren att sand är ett material som ur barnens perspektiv är positivt sett till dess egenskaper; det fungerar både att bygga med, leka med och som fallskydd. Den intressanta aspekten är att barnen själva kan påverka hur de vill uppleva miljön, med andra ord vända på sanden för att komma åt lägre temperaturer vid varma dagar. Detta är något som inte är möjligt med andra material.

6. Diskussion

Resultaten från de stationära temperatursensorerna visar hur korken uppmäter högre maxtemperatur än konstgräset, med högsta yttemperaturen för kork strax över 40°C och för konstgräs tätt under (Figur 6). Punktvis, mätt med punkttermometern, kom materialen däremot upp i maxtemperaturerna 49,3°C för kork och 56,2°C för konstgräs (Tabell 2 och Figur 8). Tydligt är att enskilda mindre punkter tenderar att bli varmare då punkttermometern uppmätt högre temperaturer än de stationära temperatursensorerna. Detta beror på synfältet och påverkas sannolikt av att materialens ytor är ojämna, vilket resulterar i variation i yttemperaturen mellan olika punkter på materialet. En punktmätning på en solbelyst punkt kan alltså visa högre yttemperatur än medelvärdet av en större mätyta, vilket de stationära temperatursensorerna mäter.

Att konstgräset, enligt figur 6, uppvisar markant högre yttemperatur i början av dagen beror på att dess yta har en lutning som vinklas mot solen som ligger lågt i öst, medan korkytan är plan och exponeras därmed inte i samma utsträckning. Yttemperatursänkningen som sker för konstgräset strax innan 11:00 beror på ett träd som till viss del skuggade mätytan under en halvtimme. Under tiden denna nedkylning sker hinner korken värmas upp och når i princip samma yttemperatur som konstgräset. I mitten av dagen (13:00-14:00) står solen som högst, och sett till ytornas olika lutningar exponeras korken maximalt medan konstgräset inte gör det. Trots detta uppnår konstgräset nästan lika hög maxtemperatur som korken, vilket sannolikt innebär att den kommer upp i ännu högre yttemperatur när solen strålar vinkelrätt mot ytan. Dippen på yttemperaturen för konstgräset vid 13:30 beror troligen på ett barn som lyfte mätutrustningen, och på så vis störde mätningen. När materialen börjar svalna (14:30) skapas en större differens mellan yttemperaturena än vid tiden för maxtemperaturerna. Detta kan antingen bero på att korken har en fortsatt högre exponering av solljus till följd av dess plana yta, eller att korkens termiska egenskaper gör att den behåller värme längre än konstgräset, alternativt en kombination av de båda faktorerna. Vidare går det att se hur uppvärmningshastigheten för både kork och konstgräs är mycket skiftande och gick under mätdagen fram och tillbaka från att värmas upp till att kylas av (Figur 9), till följd av stundvis molnighet. Detta tyder på en låg termisk admittans hos båda materialen och de påverkas snabbt av skiftande väderförhållanden.

Att ha i åtanke är att punktmätningar av ojämna ytor skiftar mer än temperaturen på jämna ytor. Flera av materialen är däremot jämna i ytan (Figur 4), vilket innebär att ett medelvärde på en större yta mest troligt hade uppvisat likvärdiga resultat som punktmätningarna. I jämförelse med alla material uppmätta med punkttermometern, har korken den fjärde varmaste maxtemperaturen under den varmaste dagen, 3 maj, 2024 (Tabell 2 och Figur 8). Varmare än kork var endast gummi, konstgräs och plast, där plast uppnådde den sammantaget högsta yttemperaturen på 56,5°C (Tabell 2). Att konstgräset uppvisar höga yttemperaturer har framkommit i tidigare studier (Lee et al., 2015; Pfautsch et al., 2022), likväl som att gummi som markmaterial vid tidigare mätningar har uppvisat extremt höga yttemperaturer (Pfautsch et al., 2022; Vanos et al., 2015). Gummi som markmaterial har inte uppmätts i denna studie, utan istället som lekutrustning där materialet visar samma tendens som tidigare studier över gummi; att den blir så pass varm att den närmar sig gränsvärdet för brännskada. Gungan i plast blev varmast, tätt följt av konstgräset gjort av plast. Att gungan blir varmare beror troligen på dess mörkare kulör och därmed lägre albedo än konstgräsets gröna, vilket bidrar till större absorption av solljuset.

Andra material som kullersten, asfalt och betong uppnådde inte lika höga yttemperaturer (Tabell 2). Dessa material når inte sin högsta yttemperatur när solen står som högst mellan 13:00-14:00, utan fortsätter värmas upp även vid mätdagens slut (Figur 7) vilket tyder på hög termisk admittans. Bland annat betongen visar tydligt hur den är varmast i slutet av mätdagen, ett tydligt tecken på dess höga termiska admittans som dessutom bekräftas av tidigare studie av Lee et al. (2015). Detta innebär att de nyss nämnda materialen (kullersten, asfalt och betong) under mätdagarna inte kom att utvisa någon risk för brännskada, eller högre yttemperaturer. Om vädret fortsätter vara varmt även under senare eftermiddag och kväll finns det däremot en potentiell risk att dessa material uppnår högre yttemperaturer.

Inget material som mättes överskred gränsvärdet för brännskada (Tabell 1 och 2). I punktmätningarna kom plasten närmast sitt gränsvärde och uppmätte som högst 56,5°C; 20,5°C från sitt gränsvärde för brännskada med kontakttid på 3 sekunder. Plasten ligger dock endast 3,5°C från brännrisk för kontakttid på 1 minut. Då plasten används på en gunga är en kontakttid på 1 minut högst relevant, eftersom gungan ofta används under längre sammanhängande tid. Detsamma gäller konstgräset som är 3,8°C från sitt gränsvärde för brännskada med kontakttid på 1 minut. Gummi är också i gränslandet med 6,5°C ifrån, likaså ligger både svart metall och sand 9,7°C från sitt gränsvärde på en kontakttid på 1 minut. Det

är således inget material som övergått gränsvärdena för brännskada för kontakttid uppemot en minut – fastän det är nära – men även lägre temperaturer kan ge obehag (SIS, 2018). Varma yttemperaturer påverkar den närliggande luften och bidrar till ett varmare mikroklimat på lekplatsen. Globalstrålning påverkar yttemperaturen hos både kork och konstgräs med cirka 49% respektive 19% (Figur 10), vilket innebär att ju högre globalstrålning, desto högre yttemperatur. Eftersom denna studie gjorts under våren (april och maj) och varma sommardagar längre fram tenderar att ha starkare globalstrålning, utan stundvis molnighet, riskerar gränsvärdena för brännskador överskridas vid högsommardagar. Trots korkens förhållandevis höga maxtemperatur på 49,3°C saknas, till vår bästa kännedom, något uppmätt gränsvärde för korkens brännrisk. Detta indikerar på en sannolik brist på information och riktlinjer för säker användning av kork på lekplatser. Efter resultaten i aktuell studie bör framtida forskning undersöka och utveckla lämpliga säkerhetslinjer för korkens användning under varmare väderförhållanden.

Skillnader i yttemperatur till följd av färgval har undersökts genom att mäta den ljusblåa respektive svarta metallen, färger med högt respektive lågt albedo. Alm (intervju) berättar att det funnits en strävan att undvika kulörer med lågt albedo på utflyktslekplatsen, trots detta återfinns vissa mörka partier. Värdena i resultaten visar att det blir en utmärkande skillnad på lekutrustningen i metall beroende på kulör. Skillnaden mellan de två olika metallerna som undersöks visar att den svarta metallen blir upp till 9,2°C varmare än den ljusblå (Tabell 2; 23 april, 2024). Den enda egenskapen som skiljer dessa två åt är kulören. Då svart har en högre absorptionsförmåga, är det detta som påverkar yttemperaturen att stiga (Paminto et al., 2021). Valet av färg på materialen är alltså av betydelse för yttemperaturen, där resultaten i aktuell studie betonar fördelen med att använda ljusare färger. Att färgen på materialet spelar roll i uppvärmningen, mer specifikt att mörkare kulörer tenderar att få högre yttemperatur, bekräftas av Pfautsch et al. (2022) såväl som Dobos (2020). Omvänt till ovanstående framträdde däremot andra material ha andra termiska egenskaper som spelar större roll. Exempelvis blev kork varmare än asfalt, trots dess ljusa färg gentemot asfaltens mörkgråa. Asfalten har hög termisk admittans medan trämaterial – som korken – har låg termisk admittans (Folkhälsomyndigheten, 2018). I jämförelse av dessa två olika material är färgen alltså inte det som avgör vilken som uppnår högst temperatur, utan egenskapen termisk admittans bedöms ha större inflytande.

Materialval är av relevans, men andra faktorer som skugga har också en stor betydelse. Resultatet betonar genomgående behovet av skugga på lekplatser ur perspektivet yttemperatur, för att skydda barn från att utsättas för höga temperaturer med brännrisk och upplevt obehag. Detta grundar sig i att samtliga material höll betydligt lägre temperaturer i skugga jämfört med sol (Figur 7). Exempelvis var skillnaderna mellan sol och skugga för kork, asfalt och gummi uppåt 25°C och för konstgräs närmare 33°C (Figur 7). Detta belyser vikten av skugga för att förhindra höga yttemperaturer. Åtgärder för att tillhandahålla tillräckligt med skugga är därmed avgörande för att säkerställa barns säkerhet och välbefinnande under lekaktiviteter utomhus, något som stärker tidigare studier (Pfautsch et al., 2022; Vanos et al., 2015). Att skugga områden på utflyktslekplatsen är något man har tagit i beaktning genom plantering av träd som i det långa perspektivet ska ge naturlig skugga till lekplatsen (Rehngren, intervju). Samtidigt lyfts utmaningen med skuggplanering i och med att det inte är godkänt att bygga tak över plana ytor (Alm, intervju). Detta ger upphov till problematik att skapa skugga på kort sikt, eftersom trädens tillväxt är långsam samtidigt som det finns begränsningar huruvida tak får byggas.

När det kommer till materialval har olika aspekter tagits hänsyn till. Både Alm och Rehngren understryker att korkmaterialet valts ur ett miljöperspektiv. Att korken, likt accoya-träet, är giftfritt medan gummi är giftigt. Korken är på så vis ett bättre alternativ till gummi ur ett miljömässigt perspektiv, vilket bekräftas i studien av Celeiro et al. (2021) samtidigt som en minskning av plast (som konstgräs består av) är positivt för miljön (Algattaf, 2020). Däremot har korken krympt, men konsekvenserna av detta vet man inte i dagsläget. Sand är ett material som valts utifrån flera aspekter. Det är lekvänligt för barn, fungerar det bra som fallskydd och är samtidigt ensamt om egenskapen att barnen själva kan påverka hur de vill uppleva den, mer specifikt är det möjligt att vända på sanden för att komma åt lägre temperaturer vid varma dagar (Rehngren, intervju). Sett till sandens densitet och hållfasthet är det däremot inte hållbart att ha sand på ytor med lutning, just eftersom materialet inte är hållfast.

Ytterligare aspekter vid materialval har presenterats av intervjuinformanterna. Alm betonar estetiken medan Rehngren lyfter ekonomiska aspekter såsom låg driftkostnad och lång livslängd. Detta alltid i kombination med egenskaper som lämpar sig för utomhusaktivitet, däribland yttemperatur. Ett exempel är de färgbelagda metallerna, ett slitstarkt och hållbart material som med sitt tjocka färglager samtidigt inte kommer upp i lika hög temperatur som galvat stål (Rehngren, intervju). I det fallet är materialet valt utifrån både estetik, hållbarhet

och säkerhet. Ett ytterligare exempel är att rutschkanorna inte har placerats södervänt, eftersom metallen högst sannolikt annars överstiger värdet för brännrisk (Alm, intervju). Värmeaspekten är med det sagt en del i säkerhetsfrågan samtidigt som både Alm och Rehngren betonar att det inte ensamt varit deras främsta hänsynstagande vid materialvalen. Båda är överens om att säkerhetsaspekten är av högsta vikt i all utrustning.

Under mätningarna har punkttermometern varit inställd på emisivitetsvärdet 0,95. Samtliga material i denna undersökning har ett emissivitetsvärde mellan 0,90-0,95. Vissa material kan därav ha mätts med en felmarginal på max 0,05, vilket kan ha givit en något felaktig yttemperatur. Detta är däremot något som endast i marginell utsträckning riskerat att påverka resultatvärdena. Yttemperaturer på rutschkanorna undersöktes inte i aktuell studie på grund av ett för lågt emissivitetsvärde för verktygen att kunna uppmäta korrekta yttemperaturer på. I resultatet går det att se hur vissa tidpunkter endast har temperaturmätningar i skugga (Figur 7). Detta beror på väderförhållandet, närmare bestämt växlande molnighet som gjorde att materialen inte alltid var solbelysta. Den växlande molnigheten påverkade även vissa mätpunkter för sol, som nyss varit i skugga och vice versa. En bedömning gjordes för att avgöra när mätpunkten var representativ för solbelyst respektive skuggat område. Utöver detta skedde en frånkoppling av strömmen samt glapp i sladdarna för de stationära temperatursensorerna den 29 april, vilket resulterade i bortfall av data denna dag. Detta påverkade korrelationsanalysen som därmed endast använde data från de övriga tre dagarna. Detta anses dock inte vara av avgörande betydelse eftersom resterande mätdagar varit problemfria vid mätningen med de stationära temperatursensorerna. Vidare har även punkttermometern använts för att mäta konstgräs och kork kontinuerligt under denna dag vilket gör att en typ av data över dess yttemperaturer ändå finns.

Resultaten visar sammanfattningsvis att korken kom upp i höga yttemperaturer, något som initialt varit förvånande, då det som ett naturligt trämaterial uppnår likvärdiga temperaturer som konstgräs, som är ett plastmaterial. Förvånande, på grund av färgskillnaderna, var även att korken översteg asfaltens temperatur, vilket sannolikt beror på asfaltens höga termiska admittans. Korken har, till vår bästa kännedom, inget gränsvärde för brännskada vilket anses viktigt för barns säkerhet då det används på lekplatser och kommer upp i hög yttemperatur i förhållande till annars vanligt förekommande mark- och lekutrustningsmaterial. Trots att ingen av materialen nådde sitt gränsvärde för brännskada (Tabell 1 och 2) riskerar det att ske under högsommar, vilket innebär ett behov av att undersöka dessa material under varmare

väderförhållanden. Att lyfta är att även lägre yttemperaturer än gränsvärdena ge obehag, och det blir därmed viktigt för barnens komfort att i framtida studier ha obehagsrisker i åtanke vid utformning av lekplatser. Värdet av skugga som kylande faktor är logisk och något som funnits med i planeringen på lång sikt. Till den dagen träden utgör tillräckligt mycket skugga finns det ett väsentligt behov av hänsynstagande till andra egenskaper hos materialen, för att minimera yttemperaturen specifikt i direkt solljus. Exempelvis genom att lägga större vikt i att placera den lekutrustningen som kommer upp i högst yttemperatur (Figur 7 och Tabell 2) i skuggan som på kort sikt väl finns från vegetationen. Det är sammantaget tydligt att yttemperatur är en säkerhetsaspekt som behöver tas större hänsyn till.

7. Slutsats

Korkens yttemperatur blir varm i förhållande till många mark- och lekutrustningsmaterial på utflyktslekplatsen. Detta trots dess ljusa färg och träinnehåll. I jämförelse med det motsvarande markmaterialet konstgräs uppvisar de sammantaget liknande yttemperatur, men uppnår inte lika hög temperatur som vare sig plast eller gummi. I övrigt förhåller sig korken varmare än de resterande undersökta mark- och lekutrustningsmaterialen (asfalt, sand, kullersten, betong, metall och trä). Inget material överskrider brännrisken under de presenterade väderförhållandena.

Termisk admittans framstår spela en stor roll för yttemperaturen, men även kulör kan vara en avgörande faktor inom ett material snarare än mellan olika. Både konstgräs och kork korrelerar med globalstrålningen med 49% respektive 19%, och innebär att ökad globalstrålning ger ökade yttemperaturer. Resultaten har till detta kunnat utvisa att skugga är en absolut avgörande faktor för yttemperaturen på samtliga uppmätta material, då mätpunkterna genomgående uppmätt betydligt lägre temperaturer i skugga än i sol.

Det har gjorts flertalet hänsynstaganden vid valen av mark- och lekutrustningsmaterial på Jubileumsparkens utflyktslekplats. Kork, som testas som nytt ytmaterial, har valts på grund av miljöskäl till följd av att det är giftfritt. Säkerheten har legat i första rummet, men yttemperatur har där inte varit det ensamt huvudsakliga. Med det sagt har yttemperatur tagits i beaktning i viss utsträckning, exempelvis genom tjockt färgbelagd metall och undvikande av södervända rutschkanor. Sand är ett material som valts även ur barnens perspektiv och är det enda materialet som barnen själva kan reglera upplevelsen av temperaturen på. Utöver dessa hänsynstaganden är den ekonomiska hållbarheten en faktor vid materialval, där planerare eftersöker låg driftkostnad och lång livslängd för materialen. Således har materialvalen till viss del gjorts utifrån de termiska egenskaperna, men estetik, miljömässig och långsiktig ekonomisk hållbarhet har sammantaget vägt tyngre.

Referenser

Algattaf, A. (2020). *Plastic Waste Management: Global Facts, Challenges and Solutions.* IEEE. pp. 1-7, DOI: 10.1109/IEEECONF51154.2020.9319989

Apogee Instruments. (2022). *Owner's manual. Infrared radiometer. Models SI-111, SI-121, SI-131, and SI-1H1.*

Apogee Instruments. (2024). *Temperature Sensors.* https://www.apogeeinstruments.com/temperature/ [Hämtad: 2024-04-18]

Barreca, F. & Riccardo Fichera, C. (2015). *Thermal Insulating Characteristics of Cork Agglomerate Panels in Sustainable Food Buildings.* Università degli Studi Mediterranea di Reggio, Dipartimento di Agraria, Italy.

Becker, D. R., McClelland, M. M., Loprinzi, P. & Trost, S. G. (2014). *Physical Activity, Self-Regulation, and Early Academic Achievement in Preschool Children. Early Education and Development*. 25(1), 56–70. https://doi.org/10.1080/10409289.2013.780505

Boverket, Myndigheten för samhällsplanering, byggande och boende. (2015). *Gör plats för barn och unga! En vägledning för planering, utformning och förvaltning av skolans och förskolans utemiljö.* https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2015/gor-plats-for-barn-och-unga1/ [Hämtad: 2024-05-02]

Celeiro, M., Armada, D., Dagnac, T., de Boer, J. & Llompart, M. (2021). *Hazardous compounds in recreational and urban recycled surfaces made from crumb rubber. Compliance with current regulation and future perspectives.* Science of The Total Environment, Volume 755, part 1. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142566

Dobos, E. (2020). Albedo. In *Atmosphere and Climate* (pp. 25-28). CRC Press.

Esaiasson, P., Gilljam, M., Oscarsson, H. & Wängnerud, L. (2012). *Metodpraktikan. Konsten att studera samhälle, individ och marknad* (Upplaga 4:1). Norstedts Juridik AB.

FLIR Systems. (u.å). *Teknisk information.* http://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/RND_044/RND_044_SV.pdf [Hämtad: 2024-05-05]

FLIR Systems. (2015). *FLIR IR Spot Thermometers. User's Manual.*

FLIR Systems. (2023). *FLIR TG54-2™.* https://www.flir.eu/products/tg54-2/ [Hämtad: 2024-04-17]

Folkhälsomyndigheten. (2018). *Värmestress i urbana utomhusmiljöer.* https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/e5286456e91c442a923c6884d84f79be/varmestress-urbana-utomhusmiljoer-18061-webb-181112.pdf [Hämtad: 2024-05-05]

Gil, L. (2015). *New Cork-Based Materials and Applications.* Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Portugal.

Göteborgs Hamn AB. (u.å). *Hamnens Historia.* https://www.goteborgshamn.se/Om-oss/hamnens-historia/ [Hämtad: 2024-04-12]

Göteborgs Hamn AB. (2020). *Göteborgs hamn 400 år*, https://www.goteborgshamn.se/globalassets/dokument/publikationer/jubileumsbok_gh400ar_se.pdf [hämtad 2024-04-12]

Göteborgs Stad. (u.å.a). *Jubileumsparken - nybyggnad*. https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/hitta-projekt/stadsomrade-hisingen/norra-alvstranden/jubileumsparken--nybyggnad [Hämtad: 2024-03-26]

Göteborgs Stad. (u.å.b). *Om Jubileumsparken*. https://goteborg.se/wps/portal/enhetssida/jubileumsparken/om-jubileumsparken2 [Hämtad: 2024-03-26]

Göteborgs Stad. (u.å.c). *Utflyktslekplatsen*. https://goteborg.se/wps/portal/enhetssida/jubileumsparken/att-gora-i-parken/lekaochlara/utflyktslekplatsen [Hämtad: 2024-03-26]

Göteborgs Stad. (u.å.d). *Älvstaden*. https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/hitta-projekt/stadsomrade-hisingen/norra-alvstranden/alvstaden [Hämtad: 2024-04-12]

Intab. (u.å). *Tinytag Plus 2 extern temperatur.* https://intab.se/catalog/products/tinytag-plus-2-extern-temperatur [Hämtad: 2024-04-18]

Isenberg, J. & Quisenberry, N. L. (1988). *Play: A Necessity for all Children.* Childhood Education, 64(3), 138–145. https://doi.org/10.1080/00094056.1988.10521522

Lee, H. H., Kwon, O. G., Shin, J. H., Lee, K. S., Ryu, S. & Lee, D. W. (2015). *Comparison of Surface and Air Temperature depending on Cover Materials in Playground.* Weed & Turfgrass Science, 4(1), 71-75. https://doi.org/10.5660/WTS.2015.4.1.71

Paminto, J., Fianti, F. & Yulianti, I. (2021). *The Effect of Surface Color on the Absorption of Solar Radiation.* https://doi.org/10.15294/physcomm.v5i1.33885 [Hämtad: 2024-05-12]

Petrass, L. A., Twomey, D. M. & Harvey, J. T. (2014). *Understanding how the Components of a Synthetic Turf System Contribute to Increased Surface Temperature.* Procedia Engineering. Volume 72, p.943-948. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.06.159

Pfautsch, S., Wujaska-Klause, A. & Walters, J. (2022). *Outdoor playgrounds and climate change: Importance of surface materials and shade to extend play time and prevent burn injuries.* Urban Planning and Management, School of Social Sciences, Western Sydney University, Australia. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109500

Swedish Standards Institute, SIS. (2008). *Ergonomi för termiskt klimat – Metoder för bedömning av reaktioner hos människan vid kontakt med ytor – Del 1: Varma ytor (ISO 13732-1:2006).* (EN ISO 13732-1:2008). SIS Förlag AB.

Swedish Standards Institute, SIS. (2018). *Det termiska klimatets ergonomi – Metoder för bedömning av reaktioner hos människan vid kontakt med ytor – Del 2: Människors kontakt med ytor med måttlig temperatur (ISO/TS 13732-2:2001).* (SIS-ISO/TS 13732-2:2018). SIS Förlag AB.

Swedish Standards Institute, SIS. (2024). *Stötdämpande ytbeläggning för lekplatsen – Bestämning av kritisk fallhöjd.* (SS-EN 1177:2018+A1:2024). Svenska institutet för standarder.

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, SMHI. (u.å). *Månads-, årstids- och årskartor.* https://www.smhi.se/data/meteorologi/kartor/normal/arstidsmedeltemperatur-normal/vinter [Hämtad: 2024-05-13]

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, SMHI. (2024a). *Ladda ner meteorologiska observationer.* https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=wind,stations=core,stationid=71420 [Hämtad: 2024-05-06]

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, SMHI. (2024b). *Sveriges klimat*. https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat/sveriges-klimat-1.6867 [Hämtad: 2024-04-27]

Unicef. (u.å). *Barnkonventionen.* https://unicef.se/barnkonventionen/las-texten [Hämtad: 2024-04-12]

Vanos, J. K., Middle, A., McKercher, G. R., Kuras, E. R. & Ruddell, B. L. (2015). *Hot playgrounds and children's health: A multiscale analysis of surface temperatures in Arizona, USA*. Texas Tech University, Lubbock, Arizona State University, Tempe & University of Massachusetts at Amherst, Amherst.

Bilagor

Appendix 1

Intervjuguide

Intervju via telefon med Victor Alm

10 april, 2024

Inledning

Intervjuarna presenterar sig, beskriver utbildning och berättar specifikt om aktuell studie. Däribland beskrivs syftet med studien, studieområdet samt studiens andra frågeställning. Efter samtycke spelades intervjun in.

Inledande fråga

- Vilken roll har du haft i projektet Jubileumsparkens utflyktslekplats?

Huvudfrågor

Valet av kork

- Varför har ni valt kork som ett av markmaterialen?
    - Vilken egenskap var viktigast när ni beslutade om korkmaterialet?

Hänsynstaganden vid materialval

- Har man funderat något över yttemperatur när man planerade lekplatsen och dess material?
- Hur har resonemangen gått kring färgval på olika material?

Skuggplanering

- Hur har ni arbetat med skuggplanering?

Avslutande frågor

- Hur blev resultatet jämfört med visionen?
- Något du vill tillägga?

Appendix 2

Intervjuguide

Intervju via videosamtal med Johan Rehngren

7 maj, 2024

Inledning

Intervjuarna presenterar sig, beskriver utbildning och berättar specifikt om aktuell studie. Däribland beskrivs syftet med studien, studieområdet samt studiens andra frågeställning. Efter samtycke spelades intervjun in.

Inledande frågor

- Vilken roll har du haft i projektet Jubileumsparkens utflyktslekplats?

Huvudfrågor

Hänsynstaganden vid materialval

- Vilka hänsynstaganden väger ofta tyngst vid materialval?
- Har man funderat något över yttemperatur när man planerade lekplatsen och dess material?

Valet av kork

- Varför har ni valt kork som ett av markmaterialen?
    - Vilken egenskap var viktigast när ni beslutade om korkmaterialet?
    - Korken har krympt, var det en risk ni var beredda på skulle ske?

Skuggplanering

- Hur har ni arbetat med skuggplanering?

Avslutande frågor

- Hur blev resultatet jämfört med visionen?
- Något du vill tillägga?