

Material för lekplatser

Analys av material för utomhus bruk

Materials for playgrounds

Analysis of materials for outdoor use

Noah Löfgren
Clara Saks

Handledare, David Eklöf
Examintor, Mikael Axin

Abstract

Playgrounds today are made to be used by children, but are designed by adults. Children's unlimited imagination and dreams can contribute to more creative and more fun playgrounds. A project group has been tasked by Passagen in Linköping to co-design a playground with children in order to include them in the product development process and contribute with their ideas. The following essay is a candidate's essay linked to the project with the aim of investigating materials for outdoor use and with the aim of presenting proposals for four materials to be used on the playground. The materials are limited to a wooden material, a metal material, a plastic material and a base material where these must be selected from both a functional and an aesthetic perspective, where color selection is also included. The work concerns literature studies, interviews, observations and material selection methods.

The candidate work resulted in the four material chosen to be used on the playground being pine, stainless steel, HDPE plastic and rubber underlay.

The result is presented by materializing and coloring a climbing frame from the designed playground concept as well as with physical material samples of the selected materials.

Sammanfattning

Lekplatser idag är gjorda för att användas av barn, med designas av vuxna. Barns obegränsade fantasi och drömmar kan bidra till kreativare och roligare lekplatser. En projektgrupp har fått i uppgift av Passagen i Linköping att co-designa en lekplats med barn för att inkludera dem i produktutvecklingsprocessen och bidra med deras idéer. Följande uppsats är en kandidatuppsats kopplat till projektet med syfte att undersöka material för utomhusbruk och med mål att presentera förslag på fyra stycken material som ska användas på lekplatsen. Materialen begränsas till ett trämaterial, ett metallmaterial, ett plastmaterial samt ett underlagsmaterial där dessa ska väljas ur både ett funktionellt och ett estetiskt perspektiv, där även färgval ingår. Arbetet avser litteraturstudier, intervjuer, observationer och materialvalsmetoder.

Kandidatarbetet resulterade i att de fyra material som valts att använda på lekplatsen är furu, rostfritt stål, HDPE-plast och gummiunderlag.

Resultatet presenteras genom att material- och färger sätta en klätterställning från det designade lekplatskonceptet samt med fysiska materialprover på de valda materialen.

Nomenklatur

Lekredskap – ett enskilt urskiljbart objekt/föremål vars syfte är att leka med/på, exempelvis ett gungdjur eller en klätterställning.

Lekplats – ett område avsett för barn att leka på, ofta beläget utomhus och som innehåller flertalet lekredskap

Säkerhet – ”i allmän betydelse resultatet av åtgärder eller egenskaper som minskar sannolikheten för att olyckor eller andra oönskade händelser skall inträffa” (NE, u.å.b)

Beständighet – ”att väsentliga egenskaper bibehålls trots yttra påfrestningar” (NE, u.å.a)

Kärnved

Garvämnen

Innehållsförteckning

Innehåll

1. Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte och frågeställningar	6
1.3 Mål och avgränsningar	7
2. Metod	8
2.1 Litteraturstudier	8
2.2 Intervjuer	8
2.3 Observationer	8
2.4 Ansys Granta EduPack	9
3. Teori	10
3.1 Material för lekredskap	10
<i>3.1.1 Trä</i>	10
<i>3.1.2 Plast</i>	14
<i>3.1.3 Metall</i>	17
<i>3.1.4 Alternativa material</i>	19
3.2 Material för underlag	19
<i>3.2.1 Lösa material</i>	19
<i>3.2.2 Fasta material</i>	19
3.3 Material- och färgpreferenser	20
4. Resultat	21
4.1 Resultat från intervjuer	21
4.2 Resultat från observationer	22
<i>4.2.1 Befintliga lekplatser</i>	23
<i>4.2.2 Modeller</i>	24
4.4 Resultat från Ansys Granta EduPack	24
5. Metoddiskussion	28
5.1 Litteraturstudie	28
5.2 Intervjuer	28
5.3 Observationer	29
5.4 Ansys Granta EduPack	29
6. Diskussion av resultatet	30
6.1 Färger	30
6.2 Materialsättning	30
<i>6.2.1 Trästolpe</i>	31
<i>6.2.2 Klätterrör</i>	34
<i>6.2.3 Klättertöpp</i>	36
<i>6.2.4 Underlagsmaterial</i>	39
7. Slutgiltigt resultat	40
8. Slutsats	42
9. Referenslista	43

1. Inledning

I detta kapitel presenteras bakgrunden till projektet och uppsatsen, uppsatsens syfte, mål och avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Dagens lekplatser är formgivna av vuxna, trots att de ska användas av barn, och är ibland låsta i sitt bildliga uttryck och har i allmänhet en del brister rent fantasimässigt. Att på något sätt inkludera barn i designprocessen hade kunnat hämma detta genom att nyttja deras idéer, fantasier och drömmar för att gestalta lekplatser. Projektet går därmed ut på att co-designa en fungerade lekplats med hjälp av barn och realisera deras idéer. Projektets uppdragsgivare är Passagen Linköpings konsthall, vilket är kommunalt ägt. Deras huvudsakliga fokus är ”att förvalta och ställa ut samtida konst” (Passagen Linköping, 2024). Kopplat till projektet skrivs tre separata kandidatuppsatser som täcker större områden som är relevanta för projektet. Dessa tre områden är miljöanpassning som undersöker hur man anpassar lekplatsens utformning för ökat lekvärde och inkludering, co-design som undersöker hur man kan involvera barn i produktutvecklingsprocessen där barn är användaren och sist materialval som undersöker olika material som kan användas på lekplatser utomhus.

I denna uppsats utforskas olika material som skulle användas till lekplatsen. Materialval är en viktig del för att lekplatsen ska bli både hållbar och estetiskt tilltalande. Då det är viktigt att lekplatsen ska hålla och uppfylla de nationella och europeiska säkerhetskrav, SS-EN 1176 och SS-EN 1177 (Boverket, 2022), som ställs på lekplatser, ska mycket fokus ligga på hur de konstrueras och vad de konstrueras av. Utöver de funktionella aspekterna ska även färg, form, textur och uttryck beaktas för att både bidra till högt lekvärde för användare samt vara estetiskt tilltalande för allmänheten.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med uppsatsen är att analysera olika material för utomhusbruk på lekplatser. Materialen analyseras både från ett funktionellt och ett estetiskt perspektiv. Det funktionella perspektivet innehåller materialets egenskaper som exempelvis hållfasthet, beständighet och säkerhet. Det estetiska perspektivet beskriver materialets visuella uttryck.

För att komma fram till syftet besvaras tre frågeställningar:

F1: Vilka estetiska preferenser på lekplatser har primära och sekundära användare?

F2: Hur påverkar materialvalet säkerheten på lekplatsen?

F3: Hur kan materialet behandlas för att anpassas för utomhusbruk?

Den första frågeställningen (**F1**) syftar på att ta reda på vilka färger, texturer och uttryck som föredras på lekplatser för att göra lekplatsen estetiskt tilltalande. Med primära användare menas de som aktivt använder lekplatsen, barn, och med sekundära användare menas de som kommer i kontakt med lekplatsen på annat sätt, exempelvis föräldrar eller förbigående.

Den andra frågeställningen (**F2**) syftar på att ta reda på vilka material som är säkra att använda på en lekplats. Detta eftersom säkerhet är viktigt för att skapa en trygghetskänsla för barn och en vilja att befina sig på platsen.

Den tredje frågeställningen (**F3**) syftar på att ta reda på vilka sätt olika material kan behandlas och hur dessa påverkar materialets egenskaper. Detta eftersom lekplatser ställer höga krav på materialets beständighet och livslängd.

1.3 Mål och avgränsningar

Målet är att presentera fyra förslag på material som kan användas till slutkonceptet i projektet. Ett trämaterial, ett plastmaterial och ett metalliskt material för olika applikationer på lekredskap samt ett underlagsmaterial. Materialen ska vara estetiskt tilltalande och funktionella för att användas på lekplatser utomhus.

Vi avgränsar oss till att materialet bara behöver anpassas till svenska klimat. Materialen kommer inte att analyseras på en mikrostrukturs nivå. Vi kollar endast på konstruktionsmaterialet på lekredskapen och inte på detaljer som skruvar och dekorationer. Vi avgränsar till att max titta på fyra olika material per materialtyp i materialvalsmetoden.

2. Metod

Nedan beskrivs de huvudsakliga metoder som kommer att användas i detta projekt: litteraturstudier, intervjuer, observationer, materialvalsmetoder och beräkningar.

2.1 Litteraturstudier

Litteraturstudier avser informationsinsamling av fakta om material för utomhusbruk, hur de används, hur de väljs, dess egenskaper etcetera. Detta för att få en djupare och bredare förståelse för ämnet. Litteratur kommer främst att tas från vetenskapliga artiklar och hemsidor på internet. För vetenskapliga artiklar används Google Scholar, kanske fler.

Sökord som används vid litteraturstudierna är: playground, material, wood, metal, plastic, appearance, outdoor use,

2.2 Intervjuer

Intervjuer ska hållas med befintliga lekplatskonstruktörer och lekplatsdesigners för att få kunskap om hur dessa går till väga vid materialval och vilka aspekter de beaktar. Nedan finns exempel på typ av frågor som kan ställas i dessa intervjuer:

- Vilka huvudsakliga material använder ni vid konstruktion av lekredskap och varför?
- Vilka materialegenskaper väger ni tyngst?
- Hur ser eran process ut vid val av färgkulör/ytbehandling?

Sekundära användare (föräldrar, förbigående) kommer att intervjuas på plats vid olika lekplatser för att få ett ytterligare perspektiv på vad de finner estetiskt tilltalande i sin omgivande miljö. Dessa intervjuer kommer att vara kortare och kvantitativa. Nedan finns exempel på typ av frågor som kan ställas i dessa intervjuer:

- Vilka av aspekter av den här lekplatsen (syftar på den vi befinner oss vid) tycker du är estetiskt tilltalande? Form? Färg?
- Vilket färger finner ni mest estetiskt tilltalande på lekplatser? Är det något ni reflekterar över vid val av lekplats?

2.3 Observationer

Observationer används för att få en överblick kring hur befintliga lekplatser är utformade, vilka material som används och vad dem uttrycker. De aspekter som främst kommer att beaktas vid dessa är vilka färger som är vanligast, vilka material som är vanligast och hur materialen används.

Observationer på modeller av lekplatser som har skapats av barn vid workshopstillfällen, se figur x, kommer att utföras. Det huvudsakliga syftet med dessa observationer är att försöka se vilka färger som används mest av barnen.



Figur x. En modell byggd av ett barn vid ett workshoptillfälle.

2.4 Ansys Granta EduPack

Materialvalsmetoder kommer användas för att sälja ut och välja material utifrån olika krav och önskemål. Grundtanken är att först ställa krav på hållbarhet för att sedan titta på estetiska önskemål. Olika värden på viktiga mekaniska egenskaper för materialen kommer att hämtas från Granta Edupack och kommer sedan att användas som diskussionsunderlag i resultatdiskussionen. Val av materialets ytbehandling kommer att göras utifrån en analys av estetiska krav och krav på hållbarhet. Vid behov görs beräkningar på material för att säkerställa dess funktionalitet och säkerhet.

3. Teori

I detta kapitel presenteras resultatet från litteraturstudien. Det innehåller olika material som kan användas till lekredskapen och markunderlaget på lekplatsen.

3.1 Material för lekredskap

Till material för lekredskapen undersöks olika träslag, plaster, metaller och alternativa material.

3.1.1 Trä

Materialegenskaper för trä

Trä är ett flexibelt och lättbearbetat material som är förnybart, miljövänligt, ekologiskt och klimatsmart (Svenskt Trä, u.å.c). Utöver dessa egenskaper är trä ofta relativt billigt i små projekt tack vare dess lättviktighet och de enkla produktionsmetoder som finns (Svenskt Trä, u.å.c). Allmänt sett förblir träets egenskaper oförändrade i kalla temperaturer då både mögel och röta inte uppstår i temperaturer under +5 °C (Svenskt Trä, u.å.c).

Trä har en naturlig beständighet mot angrepp av träförstörande organismer såsom insekter och rötsvampar (Svenskt Trä, u.å.a). Kärnveden hos olika träslag varierar mycket från hög till obetydlig motståndskraftighet och denna egenskap brukar först visa sig vid exponering för fukt (Svenskt Trä, u.å.a). Till skillnad från splintveden, har kärnveden inga öppningar mellan fibrerna och tillåter därmed inte vattentransport förutom i ändträ. För att lättare få en överblick över olika träslag och dess motståndskraftighet, har alla värden sammanställts av Svenskt Trä i en tabell där träets naturliga beständighet mot rötsvamp i markkontakt används som referens (Svenskt Trä, u.å.a). Beständigheten delas in i fem klasser där 1 är mycket beständig och 5 är icke beständig. Fyra identifierade och noterbara träslag är furu som klassas med värdet 3–4, lärk som klassas som 3–4, ek som klassas som 2–4 och robinia som klassas som 1–2.

De mekaniska egenskaperna varierar mycket mellan olika träslag, olika träd och inom samma träd (Svenskt Trä, u.å.b). Träets egenskaper är beroende av trädets genetiska förutsättningar och förhållanden under tillväxten, men efter avverkning finns olika typer av vidareförädling som kan användas för att anpassa träets egenskaper. Vidare ger Svenskt Trä (u.å.b) exempel på mekaniska egenskaper som är av betydelse för materialets användbarhet:

- Densitet
- Hårdhet
- Styvhett
- Beständighet
- Fuktupptagningsförmåga
- Värmeledningsförmåga

Trä som konstruktionsmaterial

Samlingsnamnet för lekplatser som nästan är helt tillverkade i trä är naturlekplatser och KOMPAN (u.å.) hävdar att de två största fördelarna med dessa är hur sömlöst de passar in i naturliga miljöer och hur ledande de är inom hållbarhet från ett miljöperspektiv. Vidare motiverar de att naturlekplatser i urbana områden kan skapa en ”naturlig och lugnande touch”, att barn som kommer i kontakt med lekplatsutrustning i trä får en positiv inställning till naturen

och att träets grova och oregelbundna texturer leder till kognitiva fördelar för lekande barn. Även Svenska Naturlekplatser (u.å.) och Elverdal (u.å.), som båda tillverkar lekplatser i robinia, motiverar liknande.

HAGS tillverkar sin lekutrustning i furu för dess naturliga estetik och träets pedagogiska värde som motiveras med att de ska kunna ingå i ett ”stimulerande utomhuslärningsprogram” (HAGS Sverige, u.å.) som har utformats för att uppmuntra vuxna och barn till att ”upptäcka och värdesätta naturen”. Träden innehåller en stor andel kärnved och kåda som ger träet ett naturligt impregneringsmedel så även obehandlat är det motståndskraftigt mot naturliga hot (HAGS Sverige, 2024). HAGS har en genomtänkt behandlingsprocess för att öka motståndskraften där de först, utöver det naturliga skyddet, behandlar träet med olja vilket ökar hållbarheten samtidigt som dess naturliga utseende förstärks (HAGS Sverige, u.å.). Sedan applicerar de en träbetsprimer och efterbehandlare för att ge träet ytterligare ett skyddande skikt och en slätare yta, vilket innebär skydd från vattenpenetration. Alla deras trästolpar är även utrustade med jordhalsar i galvaniserat stål för att ytterligare skydda träet från mögel eller röta som har högre chans att uppstår vid direkt kontakt med marken. Deras lastbärande trästolpar är konstruerade i laminerat trä och har spår för belastningsavlastning för att klara av slitage och slag, se figur x.



Figur x. Sammanfogad laminerad trästolpe med spår, vilket tillåter träet att expandera och krympa utan att sprickbildning sker (HAGS Sverige, u.å.)

Robinia-trä är ett vanligt förekommande träslag vid konstruktion av lekplatsutrustning och det är naturligt tåligt mot väder och slitage, har lång livslängd och är relativt hårt. (Svenska Naturlekplatser, u.å.b). Robiniaträdet naturligt krokiga och ojämna utformning ger det ett lekfullt utseende och i kombination med dess mjuka utseende, är det perfekt för naturlekplatser (KOMPAN, u.å.). Trädet förekommer i Sverige som parkträd eller trädgårdsväxt men de större odlingarna finns i centraleuropa och därför måste träet importeras vid bruk i Sverige (Svenska Naturlekplatser, u.å.b).

Europeisk lärk förekommer också i naturlekplatser och används främst för tak, broar, barriärer eller andra plana ytor (Svenska Naturlekplatser, u.å.b). Lärk är lättbearbetat och har en hyfsad motståndskraftighet mot röta, men bör behandlas med ytterligare skyddande medel. Träden odlas i södra Skandinavien och de har en hög grad kärnved, vilket gör de användbara till lekplatser (Svenska Naturlekplatser, u.å.b).

Ek är ett estetiskt tilltalande träslag med hög densitet och lång livslängd med bra naturlig motståndskraftighet mot röta (Svenska Naturlekplatser, u.å.b). Dess kärnved innehåller stora mängder garvännen, vilket bidrar till ökad känslighet för korrosion vid kontakt med järn

(Skogskunskap, 2024). Ekar odlas både inhemskt i södra och mellersta Sverige men även i Europa (Skogskunskap, 2024).



Figur x. Ek, furu, lärk och robinia (vänster till höger)

Behandling av trä

Trätor som inte ytbehandlas kommer att missfärgas och åldras med tiden (Svenskt Trä, u.å.d). Ljusa träslag kommer att mörkna medan mörka träslag kommer att ljusna och denna process påverkar av faktorer såsom väderstreck, exponering och huruvida träet befinner sig inomhus eller utomhus (Svenskt Trä, u.å.d). För att motverka eller sakta ner denna process kan olika typer av ytbehandling användas, exempelvis kan en täckande färg lämna träet helt opåverkat medan träet under en laserande färg kan börja åldras efter bara ett par år. Detta innebär att val av färg inte bara är viktigt för kulören utan också för hur mycket underhåll som träet kommer att kräva i framtiden (Svenskt Trä, u.å.d).

Ytbehandlingens effektivitet och hållbarhet påverkas av flertalet olika faktorer, såsom träets kvalitet där färg fäster bättre på finsågade ytor än hyvlade ytor och ytbehandling fäster bättre på en nytillverkad och icke exponerad yta (Svenskt Trä, u.å.d). Både utvecklingen av miljökrav och teknik har lett till att färger och färgsystem utvecklas löpande, men trots detta används fortfarande äldre färgtyper som linoljefärg och slamfärg. För att välja behandling bör estetiska och funktionella slutresultat tas i beaktning och de olika färgtyperna kan delas in i:

- Täckande förmåga
- Bindemedel
- Spädningsmedel

Den täckande förmågan är ett mått på hur tjockt färgskiktet blir och därmed hur väl trädstrukturen syns samt hur väl färgen skyddar mot nedbrytning av underlaget (Svenskt Trä, u.å.d). Opigmenterad olja eller klarlack ger ett tunt färgskikt där kulören bestäms av träslaget och åldring, lasyr ger ett tunt färgskikt och kulören bestäms av ett samspel mellan lasyrens kulör och träslagets naturliga kulör, täcklasyr ger ett tjockare färgskikt än vanlig lasyr och kulörens bestäms helt av täcklasyren och täckfärg används för att nästan helt täcka den naturliga trädstrukturen.

De allra vanligaste bindemedel som används för platsmålning av trä är akrylat, alkyd, linolja och råg- och vetemjöl, där de kan används individuellt men många kan även kombineras (Svenskt Trä, u.å.d). Akrylat är polymera material som dispergeras i vatten vilket bildar en vätska med små partiklar som sedan används som bindemedel (Svenskt Trä, u.å.d). Alkyd är polymera material som används som bindemedel i både vattenburna och lösningsmedelburna färger. Linolja kommer ifrån linfrön och används som bindemedel i traditionell färgtillverkning där deras extremt små molekyler ger ett bra fuktskydd och linoljan kan även värmebehandlas för att ge träet en generellt högre glans och mycket god väderbeständighet. I slamfärgar består bindemedlet till stor del av stärkelseklister, därav råg- och vetemjölet, där spädningsmedlet utgörs av vatten.

De två främst använda spädningsmedlen i utomhusfärg är vatten och lacknafta (Svenskt Trä, u.å.d). Spädningsmedlets huvudsakliga uppgift är att ge färgen rätt målningsegenskaper och traditionellt sett har olje- och alkydfärger varit lacknaftabundna och akrylatfärger vattenbundna. Lacknafta har börjats fasas ut på grund av miljömässiga och personhälsosamma skäl så det är idag vanligare med vattenburna olje- och alkydfärger, så kallade hybridfärgar.

Vanligtvis brukar färger delas in i olika kategorier beroende på vilket sorts bindemedel de innehåller då de ger upphov till olika egenskaper och varierad lämplighet för olika användningsområden (Svenskt Trä, u.å.d):

- Akrylatfärg (latexfärg)
- Oljefärg (alkydoljefärg, linoljefärg)
- Slamfärg

Akrylatfärgar är de utomhusfärgar som kräver minst underhåll då de inte kritar eller krackelerar och de är även lättstrukna, snabbtorkande och har hög väderbeständighet (Svenskt Trä, 2019). Latexfärg har en porstruktur som gör det möjligt för träet att andas vilket kan sätta det i riskzonen för missfärgningar och svampangrepp (Svenskt Trä, 2019). Porstrukturen kan också göra leda till att smuts tas upp från luften vilket ökar tätheten. Färgen är under den första tiden elastisk och klara därmed av stora rörelser i träet, men sprickor som uppstår efter den initiala målningen kan inte överbryggas (Svenskt Trä, 2019).

Alkydoljefärger har lite olika egenskaper beroende på om de är baserade på vatten eller alkydolja, men generellt sett ger de ett hårt skikt med bra glanshållning och hållbarhet (Svenskt Trä, 2019). Det hårla skiktet kan dock leda till ökad sprödhets och därmed högre risk för krackelering och avflagning. Färgen har goda vätningsegenskaper, vilket innebär att den tränger in väl i träytan, och detta möjliggör ommålning på tidigare oljefärgsmålade ytor (Svenskt Trä, 2019). Dock är det viktigt att ytan inte är fuktig då detta kan leda till bubbel- och blåsbildning. Linoljefärger har väldigt liknande egenskaper som alkydoljefärger, men den största skillnaden är linoljefärgens längsammare torktid (Svenskt Trä, 2019).

Slamfärgar har ofta en låg bindesmedeshalt vilket bildar ett skikt som tillåter träet att andas och detta ger både träet och färgskiktet en lång varaktighet (Svenskt Trä, 2019). Färgen fäster bäst på finsågade ytor och är därför lämpligast att använda för plankor. Slamfärg påverkar inte träets vattenupptagande eller vattenavigande förmåga och över tid spricker träet på samma sätt som en omålad träyta (Svenskt Trä, u.å.d). Behandlade ytor får en helhatt och kritande yta som är känslig för yttre påverkan, men som är enkel att underhålla. Gemensamt för de allra flesta slamfärgerna är att de tillverkas med lokalt tillgängliga ingredienser och därmed varierar egenskaperna någorlunda (Svenskt Trä, 2019).



Figur x. Husfasad målad med röd slamfärg (Wederslöf Byggnadsvård, u.å.).

3.1.2 Plast

Plast är en grupp av olika material med olika egenskaper och användningsmöjligheter (Nordic Plastic Group, u.å.). Plaster kan vara allt från hårda och styva till mjuka och elastiska, färgade eller ofärgade, kemikalietåliga eller anpassas till tuffa miljöer. Plast kan även göras tåligt mot kyla och värme, vara starkt men samtidigt lätt och ha låg friktion. Förutom det kan materialet bearbetas på många olika sätt, bland annat genom fräsning, bockning och varmformning. Materialet kan därför användas för flera olika ändamål och funktioner.

Det finns bland annat termoplaster och härdplaster, där termoplaster har egenskaper att de är flexibla och formbara efter upphettning medan härdplaster inte är det. På så sätt kan termoplaster åter smältas och användas vid produktion av nya produkter. Nordic Plastic Group har delat in flera olika termoplaster i amorfa eller delkristallina, som beror på atomstrukturen. Egenskaper hos amorfa plaster är bland annat transparens, styvhet, låg formstabilitet, mjuknar vid uppvärmning, mindre form- och efterkrymp och mindre tendens till skevning än delkristallina. Delkristallina plaster klarar belastning vid förhöjd temperatur bättre, mindre

känsliga för spänningssprickbildning, bättre utmattningshållfasthet och bättre kemikalieresistens jämfört med amorfa plaster. Exempel på delkristallina plaster är polyetylentereftalat (PET), polypropen (PP) och polyeten (PE).

Gjuten plast av högdensitetpolyeten (HDPE) är ett av de mest föredragna material att använda på lekplatser (Seker *et al.*, 2016). HDPE är en stark, hård och styv plast på grund av dess delkristallina struktur med få förgreningar i kolkedjorna. Detta ger polymeren en hög sträckgräns. De finns flera andra fördelar men även nackdelar med plast. Fördelar med gjuten plast är bland annat att den är flexibel och robust, blir inte för varm eller kall, ger inte stickor, är UV-resistant, kan färgas eller vara transparent och möjligt att producera i många olika former och storlekar. Nackdelar med plast är att de orsakar avfall och miljöföroringar som i sin tur påverkar människors hälsa.

Från tillverkning till förbränning så släpper ett ton plast ut cirka 5 ton koldioxid om det tillverkas av fossilt material (Naturvårdsverket, u.å.). För att minska klimatpåverkan bör produkten tillverkas av helt eller delvis återvunnen plast, minimera mängden plast, hålla länge och kunna återvinnas igen. För att underlätta återvinningen ska plastdelar på produkten kunna separeras från de andra materialen och sorteras separat när produkten inte ska användas längre. Alla plaster går inte att återvinna men bland annat högdensitetpolyeten (HDPE) som nämns tidigare är en termoplast och är återvinningsbar. HDPE återvinnas genom att det mals ner till granulat för att sedan användas vid tillverkning av nya produkter igen (PCC Group Product Portal, 2021).

Enligt Svenska Naturlekplatser (Svenska Naturlekplatser, u.å.a) används högdensitetpolyeten vid plattformar på klätterställningar på lekplatser. De beskriver den som en slitstark plastskiva med hög hållfasthet samtidigt som den kräver mindre underhåll än en träskiva. Övriga plastdelar använder Svenska Naturlekplatser vid gungor och enkla skydd i form av mutterskydd och plastpluggar för säkerheten men även för det estetiska i form av ett genomarbetat intryck.

Även A&C Plastics, inc. beskriver högdensitetpolyeten som en vanlig plast för lekplatser (A&C Plastics Inc, u.å.). Enligt dem använder HDPE till bland annat rutschkanor, paneler och ibland hela lekstugor och lekplats-set. För rutschkanor är HDPE fördelaktig eftersom den inte blir för varm som stål kan bli. HDPE är resistent mot mögel och miljöfaktorer som kan orsaka repor och missfärgningar vilket gör materialet användbart för även paneler och lekset.

Motsatsen till HDPE är lågdensitetpolyeten (LDPE). LDPE är en mjukare termoplast än HDPE med lägre draghållfasthet (Special-plast AB, u.å.). LDPE har istället en högre stötdämpande förmåga och isolerade förmåga på grund av dess tätä celler som inte släpper igenom vatten eller luft. Lågdensitetpolyeten har även andra fördelaktiga egenskaper som att den är tålig mot värme och kemikalier, är lätt att försegla och infärga samt är relativt lättviktig (Special-plast AB, u.å.).

Ovan presenterades HDPE som användbar för rutschkanor och LDPE som mjukare och mer stötdämpande. Enligt (SwingSetMall, 2023) anses LDPE vara det bästa materialet för rutschkanor och jämförs med rostfritt stål och glasfiber. LDPE anses vara optimal med dess hållbarhet, säkerhet och estetiska möjligheter. Dess yta med låg friktion minskar risken för brännskador och säkerställer en kontrollerad glidning.

Färgning av plast

Vid färgning av plastmaterial används pigment som blandas med baspolymeren medan den smälts (SpecialChem, u.å.). Pigment är partiklar och delas upp i organiska och oorganiska, där

olika pigment används till olika plaster och har olika funktioner. Några funktioner och prestandaegenskaper som pigment kan påverka är:

- Väderbeständighet och åldrande

Plastprodukter för utomhusbruk som utsätts för solens UV-strålning behöver ett väderbeständigt pigment.

- Ljusbeständighet

Ljusfasthet mäter ljusets färgbeständighet över tid i inomhusmiljö, alltså färgförändringen över tid. Pigmentval beror bland annat på typ av polymer, pigmentkoncentration, servicevillkor och önskad ljusbeständighet. Pigmentets prestanda kan påverkas av ytan, värmebehandlingshistoria och stabiliseringssaket men generellt så uppvisar oorganiska pigment överlägsen ljusbeständighet över organiska pigment.

- Vridning/kärnbildning

Organiska pigmentet kan påverka graden av kristallinitet och kristallisationshastigheten under kylningsfasen och påverkar plastens slutliga egenskaper i form av försämrad mekanisk stabilitet, inverkan på dimensionsstabiliteten samt orsaka vridning och krympning. Framförallt formsprutning med HDPE kan drabbas av krympning i olika grad.

- Genomskinlighet

Genomskinligheten på pigmentet är hur täckande färgen är. Genomskinligheten fås genom att minska storleken på partiklarna i pigmentet.

Organiska pigment delas upp i tre huvudkategorier som är: polycyklisk, azo (mono- och di-) och metallkomplex. Special Chem sammanställer tabeller med olika pigment för varje kulör med olika fördelar kopplade till ovanstående punkter, koloristiska egenskaper och motståndsegenskaper, samt vilka polymerer de lämpar sig för. Till exempel finns det röda pigmentet Antrakinon med medel till hög färgstyrka, transparens, bra värme-, ljus- och migrationsbeständighet, bra till utmärkt väderbeständighet och används till polymererna PP, PS, LDPE och HDPE.

Oorganiska pigment har fördelar så som att de är lätta att sprida, värmestabila, ljusbeständiga, väderbeständiga, opacitet och olösliga, undviker migrationstendenser (SpecialChem, u.å.). Några av pigmenten innehållande vissa metaller mörknar vid exponering och termisk nedbrytning kan också visa sig som mörkare. Även här sammanställs tabeller med olika pigment för olika kulörer och några egenskaper. Till exempel finns det röda pigmentet C.I. Pigment Red 101 (järnoxid) med värmebeständighet upp till 300°C, utmärkt ljusbeständighet och tillgänglig som ogenomskinlig till genomskinlig.

Något att anmärka om färgad plast är att när den återvinns så blandas ofta flera olika färger från avfallsmaterialet vilket leder till en gråaktig och mörkare färg (IKEM, u.å.). Vid färgning av nya produkter av återvunnet material krävs då mer färgtillsatser för att få önskat resultat, framförallt är det väldigt svårt att få ljusa och klara färger på plasten. Önskas ljusa färger, vit eller transparent plast måste det göras av från början vit eller transparent plast. Därför sorteras ofta plast efter färgad och ofärgad vid återvinning för att öka möjligheten för färgval på slutprodukten.

3.1.3 Metall

Materialegenskaper för metall

Metaller är generellt sett några av de mest tillämpade grundämnen i konstruktioner där det finns krav på god formbarhet, hög hållfasthet och lång livslängd (Jernkontoret, 2019). Järn och aluminium är två av de fyra vanligaste grundämnena i jordskorpan och legeringar med dessa två ämnen, främst järnlegeringar, är vanliga konstruktionsmaterial för utomhusbruk (MITF, 2013). Metall har länge använts som ett konstruktionsmaterial och den kunskap som har erfordrats gör att moderna konstruktioner kan göras starka och lätta samtidigt som mindre material används.

Metall som konstruktionsmaterial

Den i särklass vanligaste metallen som används för konstruktion av lekplatser är rostfritt stål, vilket är en legering av järn, krom och nickel (MITF, 2013). Metallen har en jämt och estetiskt tilltalande utseende och precis som namnet avger, har rostfritt stål ett utmärkt motstånd mot korrosion (HAGS Sverige, u.å.). Detta i kombination med dess uthållighet mot slitage och påfrestningar, gör materialet bäst lämpat för exempelvis strukturella stolpar eller rutschkanor. Materialet är dessutom återvinningsbart och relativt enkelt att underhålla beroende på val av ytbehandling (HAGS Sverige, u.å.). De två populäraste rostfria stållegeringarna som används för konstruktion är EN 1.4301 och EN 1.4401 (Stainless Europe, u.å.).

Aluminium är en metall som används mycket i utomhusbruk, även i obehandlat skick, på grund av dess höga korrosionsbeständighet (Alumeco, u.å.b). Trots denna relativt höga korrosionsbeständighet, finns det flera faktorer och ämnen som kan minska denna. Aluminiumet bör inte komma i direkt kontakt med exempelvis andra metaller, oorganiska syror, baser, fuktigt trä och kloridlösningar (Alumeco, u.å.b). Smutsavlagringar kan också bidra till minskad korrosionsbeständighet då smutsen gör att ytan blir fuktig under en längre tid. Smutsen går att tvätta bort, men vissa rengöringsmetoder har negativ åverkan på ytan (Alumeco, u.å.b). Ren aluminium har relativt låg hållfasthet och är mjukt, men genom att tillsätta diverse legeringsämnena kan dessa egenskaper flerfärdigas (Metallkompetens, u.å.). De vanligaste aluminiumlegeringarna som används till allmänna konstruktioner kallas strukturaluminium eller konstruktionsaluminium. Dessa har goda fogningsmöjligheter, har god formbarhet, är lättbearbetade och har möjlighet till alla ytbehandlingsmetoder (Metallkompetens, u.å.). De vanligaste aluminiumlegeringarna för konstruktion av exempelvis balkar och kolumner är EN AW-6063 och EN AW-6061 (Chaluminium, 2023). Mobipark (Mobipark, u.å.) använder exempelvis behandlad EN AW-6063 för sina strukturella stolpar på sina lekplatser.

Trots sina tydliga fördelar, finns det även en del nackdelar med metall på lekplatser (Miracle Recreation, u.å.). De två största allmänna nackdelarna är korrosion och brännskador, då metallerna utsätts för konstant påverkan av elementen och har god värmeförmåga vilket gör att metalliska ytor lätt hettas upp av solen. Obehandlade metaller har även den lägsta temperaturen som krävs för att orsaka brännskador på huden, 60 °C på tre sekunder (Olsen, Vanos and Kennedy, 2020). För att reducera risken för korrosion och brännskador, kan metaller behandlas på olika sätt där flera av dem är säkra för barn. (Miracle Recreation, u.å.). Exempelvis kan en lackering höja temperaturen som krävs för brännskador från 60 °C till 63 °C och en polyamidbeläggning kan höja temperaturen till 77 °C (Olsen, Vanos and Kennedy, 2020).

Behandling av metall

Det finns många olika typer av ytbehandlingar för metaller där ”All färg är en slags ytbehandling, men all ytbehandling är inte färg” (Tikkurila, u.å.). Vissa ytbehandlingar har mer estetisk funktion, medan andra har mer skyddande funktion. Den viktigaste kemiska

komponenten i industrifärg för metall är bindemedlet vilket kan vara alkyd, akryl, polyuretan, epoxi med flera (Tikkurila, u.å.). Lösningsmedlet är också viktigt då det avgör om färgen är lösningsmedelsburen eller vattenburen. Utöver bindemedlet och lösningsmedlet ingår även pigment, fyllnadsmedel, förtjockningsmedel och andra tillsatsämnen i färgen.

De fem vanligaste syftena med att ytbehandla metall är (Tikkurila, u.å.):

- Ökat korrosionsskydd

Det huvudsakliga syftet med ytbehandling av metall är att öka dess resistens mot naturliga angrepp och graden av korrosionsskydd som behövs avgörs av miljön som produkten ska brukas i. Trots att det finns olika grader av korrosionsskydd så måste all ytbehandling av metall uppfylla internationella standarder såsom ISO 12944, vilket är en global korrosionsstandard.

- Bättre hållbarhet

En fördel vid användning av högkvalitativ färg är att hela metallkonstruktionen får bättre hållbarhet, vilket i sin tur leder till längre underhållsmålningsintervall och därmed lägre kostnader.

- Förbättrat utseende

Färgen bevarar dessutom konstruktionens utseende under en längre tid, även om den utsätts för extrema förhållanden såsom väder, vind och slitage från frekvent användning. Vid val av lämpliga färger kan en glansig estetiskt tilltalande yta med god kulör fås.

- Bättre kemikalie- och vattenbeständighet

Korrekt ytbehandling ger en slitstark yta på metallen som har hög nötnings- och kemikaliebeständighet. Om konstruktionen ska vara i bruk i en miljö med hög luftfuktighet, exempelvis utomhus i Sverige, bör en lösningsmedelburen produkt väljas.

- Brandskydd

Vid behov kan även ytbehandling väljas som ger underlaget skydd mot brand. Färger som skyddar mot brand bidrar också till att det tar längre tid för exempelvis stål att förlora sina lastbärande egenskaper vilket kan vara kritiskt för vissa konstruktioner.

En till stor del avgörande faktor för om ytbehandlingen blir lyckad är hur metallytan förbehandlas, då det är viktigt att ytan är ordentligt ruggad och rengjord för att säkerställa adhesion (Tikkurila, u.å.). Det finns väldigt många olika sätt att ytbehandla metaller på och vilket sätt man väljer beror på många faktorer (Ytbehandling.eu, u.å.). Allt ifrån typ av metall till i vilken miljö den ska behandlas i kan avgöra val av metod. Exempel på några sätt är sprutlackering, pulverlackering, galvanisering och anodisering (aluminium) (Ytbehandling.eu, u.å.).

3.1.4 Alternativa material

Den här rubriken är i nuläget under konstruktion

Ett alternativt material är kombination av trä och plast i kompositmaterial (Seker *et al.*, 2016). Vid kompositmaterial kombineras de ingående materialens egenskaper.

3.2 Material för underlag

Underlaget på lekplatsen är viktigt för att minska skaderisken vid fall. I en studie (Sahin and Onay, 2020) visades att flest skador på en lekplats skedde vid klätterredskap (53%) följt av gungor (19%) och rutschkanor (17%). För 79% av olycksfallen var fall till marken en bidragande faktor till skadorna. Det finns många olika alternativ på underlag som kan användas på lekplatser för att verka stötdämpande. Två kategorier som de delas upp i är lösa och fasta material. Förutom den stötdämpande faktorn är underlaget avgörande för att lekplatsen ska vara inkluderande för bland annat rullstolsbundna barn. För personer med rullstol, barnvagn eller kryckor lämpar sig fasta material som underlag för att dessa inte ska riskera att fastna i marken (Aslı, 2018).

3.2.1 Lösa material

Av lösa material finns bland annat barkbitar, sand och ärtgrus (Bruya, 1988).

Barkbitar är bitar av trämaterial mellan 1,3–2,5 cm stora. Barkbitar fungerar som stötdämpande genom dess kompressabilitet och absorberar kraft bra när de läggs med ett djup på 20 cm. Nackdelar med barkbitar är att de absorberar vatten och komposterar relativt snabbt. När barkbitarna komposterar till jordliknande material så minskar dess kompressibilitet och därmed den stötdämpande egenskapen. Detta gör att barkbitarna behöver bytas ut men en risk är att det översta lagret döljer det mer nedbrutna barkbitarna under vilket gör att underlaget är kompaktare och hårdare än det verkar.

Sand och ärtgrus fungerar stötdämpande genom att de formar sig efter det fallande objektet. På så sätts sprids kraften ut över en större area och under en längre tid. För bästa resultat ska kornen vara så runda och lika i storlek som möjligt. Storleken ska helst hållas mellan 0,6 cm och 0,08 cm. Korn mindre än 0,08 cm tenderar att bindas samman där de blir blöta vilket minskar den dämpade förmågan och korn större än 0,6 cm är tillräckligt stora och tunga för att orsaka skada om de kastas. En nackdel med löst ärtgrus och sand är att det även lätt sprids ut utanför tänkt behållare.

3.2.2 Fasta material

Gummi är ett vanligt förekommande material som underlag på lekplatser. Hackat däck med ett djup på 15 cm är enligt Bruya (1988) överlägset tidigare nämnda barkbitar och grus på att absorbera fall. Till skillnad från barken och gruset kan gummit bindas samman med en flexibel plastsäck för att förhindra det från att spridas utanför behållaren utan att förlora för mycket av den stötdämpande förmågan. Ju mer bindningsmaterial desto sämre stötdämpande förmåga. Plastsäckarna tenderar att försämras av slitage och därför täcks ytan av extra bindemedelsmaterial eller konstgräs.

Auchterlonie et al. (Auchterlonie et al., 2021) har tittat på olika material för underlag på lekplatser för att göra de så inkluderande som möjligt. De genomförde en livscykelanalys på de

olika materialen för att få en förståelse för deras kostnad, långvarighet och kvalitet. De fyra material som undersöktes var: PIP gummi (Poured in Place), gummimatta, bunden kompost och konstgräs. Med hjälp av intervjuer och frågeformulär samlade de in åsikter ifrån människor i olika åldrar, med olika etniska och medicinska bakgrunder och med olika kön. De medverkande identifierade två huvudsakliga motivationer för att besöka lekplatser: gemenskap och avslappning. De medverkande hade över lag en gemensam önskan att lekplatsen ska ha öppna ytor som ska vara utspridda och allsidiga. Det markunderlagsmaterial som visade sig populärast är PIP gummi följt av gummimattor. Efter en sammanställning av alla olika kostnader, inklusive underhåll, för de olika materialen samt data från användarstudierna, ställdes materialen mot varandra. PIP gummi ansågs vara det mest lämpade materialet utifrån flertalet parametrar, som behov och livscykel. Det är hållbart för tung gångtrafik och resistent mot UV-strålning, vilket båda är nyckelegenskaper för långvarighet. Det kräver även lite underhåll och har hög ogenomtränglighet, vilket bidrar till en säkrare lekplats som kan användas oftare. Slutligen, även om det är dyrare initialt, så visade sig PIP gummi ha längst långvarighet och vara billigare på lång sikt.

I en undersökning av (Eager, 2003) testades lågdensitetspolyeten-skum (LDPE) med slutna celler och dess slagabsorberande egenskaper för att bedöma hur väl det fungerar som skyddande underlagsmaterial på lekplatser. Efter många olika tester drogs slutsatsen att LDPE-skum har en stötdämpande förmåga och var lämpligt som underlagsmaterial när det utsätts för låga till medelhöga krafter. Vid för höga krafter skadades materialet permanent då det förlorade sin förmåga att fullt återhämta sig och därmed försämrades den stötdämpande funktionen.

3.3 Material- och färgpreferenser

I en undersökning (Sahin and Onay, 2020) fick tre olika grupper, grupp A: offentliga människor, grupp B: barn och grupp C: studenter, säga vilket material de föredrog på lekplatser, varför de valde det materialet, och vilken färg på trä som föredrogs. Högst rankad från både grupp A och C var trä med anledning att det skulle vara säkert för barnen och en ljusare träfärg föredrogs. Från grupp B vann plast med anledning av det estetiska utseendet och även där föredrogs en ljusare träfärg.

Barns färgpreferenser undersöktes i en studie (Ghayouri and Ayat, 2020) där barn fick välja vilken färg de fördrog i flera olika situationer på en förskola. Undersökningen gjordes på totalt 200 barn, lika delar tjejer och killar, mellan 4 och 6 år gamla. Miljöer som studerades var klassrum, matsal, lekplats och färg på möbler. För lekplatser var favoritfärgerna färgglatt, rosa och blått med procent på 15% för både färgglatt och rosa och 12% på blå. De färger som kom på sista plats var svart och brunt. I allmänhet så var primärfärgerna rangordnade med röd som favorit, sedan blå och sist gul.

4. Resultat

Nedan kommer resultatet från intervjuer, observationer och materialvalsmetoder att presenteras och sammanställas på ett enkelt och genomskådligt sätt. Resultatet från litteraturstudier avser teorikapitlet.

4.1 Resultat från intervjuer

Här kommer resultatet från intervjuer att presenteras och sammanställas på ett enkelt och genomskådligt sätt.

Korta intervjuer utfördes med Lekplats.se, Lekplatsbolaget, Elverdal och Woodwork. De trämaterial som nämntes mest var ek, lärk och robinia. Vissa tryckte på att naturmaterial är trendigt och populärt, även ofärgad. Det är även bra för sina miljövänliga aspekter trots att det ofta importeras från andra länder. Rostfritt stål var den vanligaste metallen på grund av sina fördelaktiga mekaniska egenskaper och sin långa livslängd. Inga specifika plaster namngavs men en övergripande gemensam faktor för alla dessa företag var att de använder återvunnen plast.

Tio korta intervjuer med sekundära användare utfördes på två olika lekplatser. Lekplats 1 var Magistratshagen i Trädgårdsföreningen, se figur x, och Lill-Valla på Valla Gård, se figur x. Den största gemensamma estetiskt tilltalande aspekten som nämntes var det färgade träet. Lekplats 1 innehåller gult, grönt, rosa, lila, vitt och svart trä medan lekplats 2 innehåller blått och brunt. Trots att lekplatserna har noterbart olika storlekar på sina färgpaletter, tyckte inte någon att färgerna var opassande ihop. Utformningen på lekplats 1 uppskattades och det tydliga temat som genomsyrade konstruktionen bidrog till detta. Även utformningen på lekplats 2 uppskattades, speciellt den osymmetriska faktorn som uppstår på grund av träet. En negativ sak som nämntes var att de metalliska rutschkanorna på lekplats 2 då de inte ansågs passa in väl med resterande delar av lekplatsen.

De färger som hade högst preferens bland de sekundära användarna var blå, rosa, lila, grön och ofärgat. Vid val av lekplats reflekterade de mest över plats och hur mycket deras barn uppskattar lekplatsen. Skogsmiljö och bra sittplatser vägde också tungt.



Figur x. Lekplats 1: Magistratshagen



Figur x. Lekplats 2: Lill-Valla

4.2 Resultat från observationer

Nedan presenteras resultat från de observationer som gjorts, först på befintliga lekplatser och sedan på barnens modeller från workshops.

4.2.1 Befintliga lekplatser

Observationer har utförts på tio olika lekplatser på olika platser i Linköping. Dessa var av varierande storlek och kvalité vilket gjorde att de tydligt skilde sig åt. Vissa av lekplatserna hade ett tydligt tema med exklusiva lekredskap medan andra endast bestod av prefabricerade lösningar. För att lättare åskådliggöra resultatet, sammanställs olika kvantitativa värden i tabeller. En för typ av underlag, en för material på lekredskap och en för färger.

För att lättare särskilja hur många gånger som varje typ av underlag förekommer på lekplatser, då olika typer av underlag förekommer på samma lekplats, definieras varje separat område som en siffra i antalskolumnen. Exempelvis kan en lekplats innehålla ett sandområde och en gummimatta, då får både sand och gummi en siffra var i antalskolumnen eller så kan samma lekplats innehålla två separata sandområden och då får sand två siffror i antalskolumnen. Varje område räknas bara innehålla ett typ av underlag, totalt sett definierade vi 54 olika områden. Andelskolumnen visar hur många procent av områdena som var i de olika underlagen.

Tabell x. Typ av underlag på lekplatser.

Typ av underlag	Antal (st)	Andel (%)
Träflis	13	24
Sand	24	44
Gummi	7	13
Annat	10	19

För att särskilja hur många gånger ett material förekommer får varje material en siffra i antalskolumnen för varje lekredskap det förekommer på. För att underlätta sammanställningen kan bara ett material få max en siffra i antalskolumnen per lekredskap även om den exempelvis innehåller två olika träslag eller två olika typer av metaller. Vi tittar bara på de huvudsakliga konstruktionsmaterialen och vi kollar inte på detaljer som exempelvis fästelement (skruvar, spikar, knoppar på klätternät, handtag etc.). Totalt sett definierade vi 63 lekredskap. Andelskolumnen visar hur många procent av lekredskapen som innehöll varje typ av material.

Tabell x. Material på lekredskap.

Typ av material	Antal (st)	Andel (%)
Trä	45	71
Plast	14	22
Metall	35	56
Annat	20	32

För att särskilja hur många gånger en viss färg förekommer, behövs en del avgränsningar göras eftersom det ofta kan förekomma små mängder av färg på vissa lekredskap. Precis som med materialet kan bara en färg få max en siffra i antalskolumnen per lekredskap och vi räknar bara med de färger som vi definierar som huvudsakliga. Exempelvis räknar vi inte med en färg om den exempelvis bara förekommer på en enstaka stolpe eller om den förekommer på exempelvis ett klätterväggshandtag. Vi räknar också färgade underlag men inte ofärgade underlag som exempelvis sand och träflis. Andelskolumnen visar hur många procent av lekredskapen som innehöll varje färg.

Tabell x. Färger på lekredskap och underlag.

Färg	Antal (st)	Andel (%)
Röd	32	51
Blå	11	17
Vit	1	2
Gul	17	27
Lila	1	2
Rosa	1	2
Grön	10	16
Svart	10	16
Brun	6	10
Ofärgat	33	52

4.2.2 Modeller

Modellerna som observeras skapades av barn i 9 års ålder vid två workshopstillfällen. Olika typer av byggmaterial (toarullar, pinnar, skumbitar, lera m.fl.) användes för att bygga modellerna och sedan användes målarfärg för att måla dem. Modellerna används i projektet som underlag för vad barnen gillar på lekplatser och i denna uppsats fokuseras observationen på färgvalen. Barnen hade tillgång till flertalet färger med möjlighet att blanda dem till mer specifika nyanser. Det fanns även färgade tygbitar, plastbitar, piprensare, snören etcetera att tillgå, som kommer räknas med i färganalysen. Med ofärgat räknas ett objekt som tydligt lämnats omålad, ofärgat underlag räknas inte. Om ett från början färgat byggmaterial delvis målats över räknas det i den målade färgen. Resultatet sammanställs i en tabell och varje färg får en siffra i antalskolumnen när den förekommer på en modell. Vi räknar på hela modeller då enskilda lekredskap kan vara svåra att urskilja. Totalt observeras 22 modeller. Vi väljer att kolla på samma färger som för befintliga lekplatser och vid ihopblandade färger avgöra vilken de är närmast. Utöver de valda färgerna förekom guld och silver på några modeller. Andelskolumnen visar hur många procent av modellerna som innehöll varje färg.

Tabell x. Färger på modeller.

Färg	Antal (st)	Andel (%)
Röd	9	41
Blå	15	68
Vit	6	27
Gul	5	23
Lila	7	32
Rosa	7	32
Grön	16	73
Svart	10	45
Brun	1	5
Ofärgat	11	50

4.4 Resultat från Ansys Granta EduPack

För att avgöra vilka materialegenskaper för de olika materialen som är viktigast för bruk i utomhusmiljö, hänvisas det till litteraturstudien. Värden på dessa sammanställs sedan i olika

tabeller för de olika typer av materialen. I materialdatabasen Ansys Granta EduPack presenteras flera av materialegenskaperna med ett spann på värdena, där det lägsta värdet väljs för samtliga material och egenskaper. Vissa få materialegenskaper som inte finns att hämta i Ansys Granta EduPack, hämtas från andra källor.

För trä hämtas värden på densitet, lägsta drifttemperatur, hårdhet, styvhetsfaktor, fuktupptagningsförmåga och värmeförståndsförmåga från Ansys Granta EduPack. Värdet på beständighet hämtas ifrån Svenskt Trä där 5 är icke-beständig och 1 är mycket beständig. Fuktupptagningsförmåga mäts i hur mycket träslagets volym minskar när det går från maximal volym till minimal volym. Den lägsta drifttemperaturen syftar på den temperatur som materialet kan brukas i utan att bli för sprött. Ek, lärk, furu och robinia är de som undersöks då de visat sig vara mest använda på lekplatser utifrån litteraturstudien.

Tabell x. Materialegenskaper för olika träslag.

Träslag	Densitet (kg/m ³)	Hårdhet- Janka (kN)	Styvhet (GPa)	Beständighet (Värdeklass)	Fuktupptagnings- förmåga (%)	Pris (SEK/kg)	Lägsta drifttemperatur (°C)
Ek (quercus spp.)	850	12,9	20,6	2–4	11	59,3	-73
Lärk (larix decidua)	520	4,36	12,2	3–4	9	5,93	-73
Furu (pinus sylvestris)	480	3,56	11,8	3–4	11,2	5,93	-73
Robinia (robinia pseudoacacia)	700	8,32	14	1–2	9,2	17,8	-73

För metall hämtas värden på densitet, hårdhet, styvhet, elektrisk konduktivitet, lägsta drifttemperatur och värmeförlust förmåga från Ansys Granta EduPack. Värde på korrosionsbeständighet hämtas från KIPP (KIPP, u.å.) och Alumeco (Alumeco, u.å.a) där god klassas som lägst och hög klassas som högst. Enheten för elektrisk konduktivitet beskriver hur lätt elektriska laddningar transporteras genom materialet. De metaller som undersöks är två rostfria stållegeringar, EN 1.4301 och EN 1.4401, och två aluminiumlegeringar, EN AW-6063 och EN AW-6061.

Tabell x. Materialegenskaper för olika metaller.

Metall	Densitet (kg/m ³)	Hårdhet- Brinell (HB)	Styvhet (GPa)	Brottgräns (MPa)	Lägsta drifttemperatur (°C)	Korrosions- beständighet	Pris (SEK/kg)
EN 1.4301	7850	162	190	510	-200	God	24,3
EN 1.4401	7870	149	189	515	-200	Mycket god	30,8
EN AW-6063, T6	2660	71	69,5	215	-273	Hög	16,9
EN AW-6061, T6	2690	90	66,6	290	-273	Hög	17,3

Olika materialegenskaper som anses vara relevanta utifrån teorin plockas för olika plaster och sammanställs i en tabell. Plasterna som jämförs är två högdensitetspolyeten med olika molekylvikt och två lågdensitetspolyeten. Vissa viktiga egenskaper men där värdena är väldigt lika för alla plaster som jämförs tas inte med i tabellen, exempelvis värmeleddningsförmåga, vattenresistens och kemikalieresistens. De värden som hämtas är densitet, hårdhet, styvhet, tryckhållfasthet, pris, lägsta drifttempertur, formfaktor och UV-strålningsresistens.

Tabell x. Materialegenskaper för olika plaster.

Plast	Densitet (kg/m ³)	Hårdhet (HV)	Styvhet (GPa)	Tryck- hållfasthet (MPa)	Pris (SEK/kg)	Lägsta drifttemp eratur (°C)	UV-strålning resistens
HDPE hög molekylvikt	947	6	0,915	23,2	7,52	-82	Någorlunda
HDPE låg/medel molekylvikt	939	5	0,4	18,6	7,52	-82	Någorlunda
LDPE	917	3	0,172	10,8	10,1	-68	Dålig
LLDPE	918	3	0,262	11,6	7,52	-79	Dålig

5. Metoddiskussion

Här diskuteras de metoder som används under arbetet, hur de har använts och om de har varit bra. Eventuella förbättringar och problem som uppstått med de valda metoderna tas upp.

5.1 Litteraturstudie

Till litteraturstudien användes flera olika typer av källor på internet. Vetenskapliga artiklar, företagens egna hemsidor och faktasidor. Vetenskapliga artiklar hittades främst via Google Scholar och övriga sidor från Google.

De vetenskapliga artiklarna anses vara trovärdiga och bidrog med information, framför allt från undersökningar som gjorts angående material, färg och lekplatser. Då information om preferenser hos användare och sekundäravändare är svårt att hitta någon annanstans utan att göra en egen undersökning var dessa gynnande för uppsatsen.

Företagens egna hemsidor gav information om deras produkter. Exempelvis besöktes lekplatskonstruktörer och försäljares hemsidor för att ta reda på vilka material de använder. Dessa kan vara lite vinklade eftersom de vill framställa sina materialval och produkter som bra. Vi anser ändå att informationen är användbar eftersom de argumenterar för deras materialval och används av dem i praktiken.

Faktasidor användes för att söka reda på mer information om de material som nämns av hemsidor och artiklar för att komplettera och få fler perspektiv angående för- och nackdelar. Faktasidor som användes var av varierande kvalitet och trovärdighet, men en någorlunda bedömning av sidorna gjordes innan informationen togs.

5.2 Intervjuer

De flesta intervjuerna med lekplatskonstruktörer utfördes skriftligt via mejl då det var svårt att få tag på folk som ville delta. Upplägget blev då mer likt enkäter då vi egentligen bara hade tre huvudsakliga frågor att ställa och då kändes inte långa intervjuer helt nödvändiga. Men eftersom vi också ville ha mer utförliga svar och möjligheten att kunna ställa eventuella följdfrågor, hade en muntlig intervju i någon grad varit mest optimalt. I mån av mer tid och mer engagemang av lekplatskonstruktörerna, hade intervjudelen kunnat vara mer utvecklad.

Trots problemen lyckades ändå två muntliga intervjuer utföras i samband med projektet men de intervjuade var inte särskilt intresserade av att prata om val av material, och gav då utvecklade svar. Men de svar som gavs var ändå nyttiga då de låg i enlighet med den information som hämtats i litteraturstudien.

Intervjuerna med sekundära användare utfördes på plats vid befintliga lekplatser i samband med observationer. Dessa intervjuer var korta och koncisa utan följdfrågor då de frågor som ställdes och de svaren som gavs var tillfredsställande. Även om de huvudsakliga användarnas åsikter väger tyngst vid de slutgiltiga valen av färg och material, kändes det viktigt att veta hur andra användare kände kring estetiken på lekplatser. Att få lite mer nyanserade svar kring lekplatsernas estetik var intressant och nyttigt. Det var bra att utföra dessa intervjuer spontant och på plats då vi tror att svaren vi fick var mer ärliga och sanna än om de hade haft lång tid på sig att tänka.

5.3 Observationer

Observationerna som gjorts på befintliga lekplatser har gett värdefull information kring vilka färger och material som är vanligast. Den data som samlades in kring material bekräftade den information som samlats in i litteraturstudien, nämligen att trä, metall och plast är de vanligaste materialen. De vanligaste färgerna varit intressanta då den procentuella andelen av lekredskap varje färg förekom på, inte stämde överens med den procentuella andelen från de observationer som utfördes på modellerna. Observationerna av modellerna gav mest värdefull information kring färger då de var direkt kopplade till barnens preferenser.

Utvecklingsområde för observationerna av befintliga lekplatser hade varit om vi hade kunskapen att identifiera specifika material, det vill säga olika träslag eller olika typer av metall. Detta hade varit väldigt givande för val av material då vi ska välja specifika material.

5.4 Ansys Granta EduPack

De värden som hämtats från Ansys Granta EduPack var tillfredställande. Då det inte var helt klart vilka materialegenskaper som vi ville ha värden på, underlättade det att ha en stor databas med mycket att välja på där alla värden hade en kort beskrivning av de sammanhang där de är relevanta.

Vissa värden på materialegenskaper fanns bara på specifika material vilket gjorde det omöjligt att jämföra med de material som inte hade dessa värden. I andra fall saknades värden helt och då fick vi komplettera med externa källor.

6. Diskussion av resultatet

Här kommer resultatet från teori- och resultatkapitlet att diskuteras kopplat till frågeställningarna. För materialval utförs beräkningar för att främst bedöma säkerheten kopplat till de mekaniska egenskaperna och andra för- och nackdelar mellan de olika alternativen diskuteras. Tanken är att efter diskussionen kunna komma fram till en färgpalett, ett typ av trä, en typ av metall, en typ av plast och ett typ av underlag som ska användas för lekplatsen. Materialen ska också ha förslag på färg och ytbehandling vid behov. För att underlätta och konkretisera materialvalen kommer beräkningar och diskussion kopplas till en utvald komponent från projektet.

6.1 Färger

För att bestämma vilken färgpalett som lekplatsen ska ha, behöver vi titta på flera olika faktorer. Det finns kvantitativa data som har samlats ihop från litteraturstudier, intervjuer och observationer. Studierna visar att barn allmänt föredrar färgglada färger däribland rosa, blått, rött och gult. Intervjuerna visar att sekundära användare allmänt föredrar rosa, blått, grönt, lila och ofärgat. Observationerna visar att de som tillverkar eller beställer lekplatserna främst föredrar rött och ofärgat, men även blått, gult, grönt och svart. De understryker även att barn gillar färgglatt då observationerna av modellerna ger höga utslag på de flesta vanliga färgerna. Då projektets huvudsakliga fokus är att co-designa med barn, bör barnens åsikter väga tyngst. Trots detta bör inte övriga åsikter helt ignoreras då det är viktigt att lekplatsens estetik tillfredsställer så många som möjligt då den kommer att synas av allmänheten i någon form.

6.2 Materialsättning

För att kunna få en bild av hur materialen kan appliceras på olika lekredskap, används en klätterställning som har utformats i projektet, se figur x nedan. Klätterställningen innehåller främst trä men även metall och plast där krav ställs på dess mekaniska egenskaper. För denna uppsats kommer följande tre delar av klätterställningen att undersökas: en trästolpe (**1**), en klätterstång (**2**) och en klättertopp (**3**).



Figur x. CAD-fil av klätterställning med de komponenter som ska materialsättas.

6.2.1 Trästolpe

I klätterställningen finns fyra huvudsakliga lastbärande trästolpar som ska hålla uppe en stor del av klätterställningen, se figur x. Att beräkna vikten av allt detta är rimligen omöjligt då det innefattar hundratals små komponenter i olika material och storlekar så en vikt kommer att uppskattas. Trästolparna är även inte helt raka och cylindriska, vilket kan påverka de mekaniska egenskaperna något, men i detta fall antas de vara geometrisk.

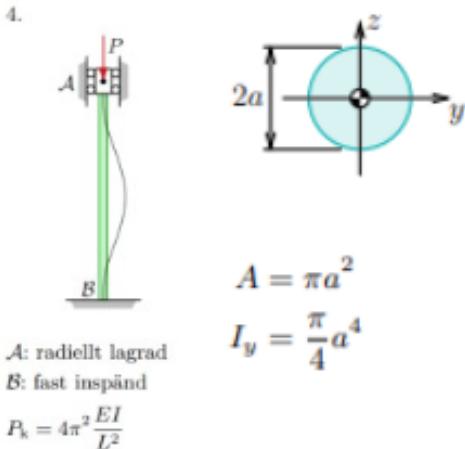


Figur x. Två av de fyra lastbärande trästolparna.

En trästolpe uppskattas ha en längd på 4,9 m och en diameter på 0,28 m, vilket ger den en tvärsnittsarea på cirka $0,062 \text{ m}^2$ och en volym på cirka $0,30 \text{ m}^3$. Att tillverka en stolpe med dessa mått kan i vissa fall innefatta diverse fogningar och skarvningar beroende på förutsättningar, men i detta fall beaktas inte dessa i beräkningarna då de inte anses resultera i anmärkbar förlust av hållfasthet. Efter några uppskattningsberäkningar och efter att ha fördelat vikten på de fyra stolparna, ska en trästolpe avrundat uppåt bära ungefär 2000 kg. Detta resulterar i en axial last på ungefär 20 kN och med hjälp av Eulers knäckfall, se figur x, beräknas den knäckkraft, P_k , som krävs för att stolpen ska knäckas. Efter utförda beräkningar fås $P_k = 0,0005E$ där E är trämaterialets styvhet. Samtliga träslagens knäckkraft beräknas och sammanställs i tabell x.

Tabell x. Träslagens knäckkraft.

Träslag	Knäckkraft (kN)
Ek	10 220
Lärk	6100
Furu	5900
Robinia	7000



Figur x. Formler för Eulers 4:e knäckfall och yttröghetsmomentet för en cirkelarea.

De träslaget med lägst knäckkraft är furu med 5900 kN. Med en axial last på 20 kN får en säkerhetsfaktor på 295, vilket är väldigt högt. För att en trästolpe i exempelvis ek ska knäckas hade den behövt ha en diameter på 0,06 m, vilket är 5 gånger mindre än nuvarande dimensionering. Den huvudsakliga anledningen till att trästolpen har de angivna mätten är för att konstruktionen ska se stabil ut då såpass höga trästolpar kan ge upphov till en känsla av osäkerhet om de är för smala, även om de matematiskt sett håller med råge.

Vidare kan man se den längsta drifttemperaturen och fuktupptagningsförmågan för samtliga träslag är väldigt lika. Längsta drifttemperaturen visar också tydligt på att samtliga träslag klarar av att brukas i svenskt klimat. Robinia har klart bäst beständighet medan resterande träslag har sämre och varandra liknande beständighet.

Hårdheten varierar mycket mellan det hårdaste träslaget ek och det mjukaste träslaget furu. För att öka långvarigheten bör hög hårdhet värderas högt, men alla träslag med ett värde över 3,4 (vilket alla har) är godkänt för bruk i miljöer där de utsätts för mycket slitage (källa). Men hårdheten är ofta kopplad till densiteten och högre densitet innebär högre vikt, vilket kan vara oönskat för stora eller omständliga konstruktioner. Lärk och furu är därför både mjukast och lättast.

Prismässigt är ek klart dyrast med ett kilopris på 59,3 SEK/kg och med en volym på 0,3 m³ skulle trästolpen kosta 15 122 SEK. Lärk skulle kosta 925 SEK, furu skulle kosta 854 SEK och robinia skulle kosta 3738 SEK. De ovanliga mätten på stolarna kan dock bidra till ökade tillverkningskostnader för samtliga träslag, men de antas vara lika och oberoende av träslag.

Alla träslag är rimliga alternativ, men för att kunna ta ett slutgiltigt beslut för vilket material som är bäst lämpat för just denna applikation så behöver det estetiska beaktas. Utseendemässigt har robinia ett mer krokigt och osymmetriskt formspråk jämfört med de andra, mer raka träslagen, vilket kan ge ett mer lekfullt uttryck. Träslagens textur inte är en avgörande faktor då trästolarna kommer att färgas med täckfärg. Den färg som troligtvis kommer att användas är vattenbaserad alkydoljefärg för dess hållbarhet och glanshållning. Trots ökad risk för sprödhet och krackelering, är ytorna lätta att underhålla. Slamfärg är inte bra att använda på trästolpar som barn lätt kan komma i kontakt med då det lätt färgar av sig efter några år och akrylatfärgens risk för röta och svampbildning är inte optimalt för konstruktioner som är svåra att byta ut.

6.2.2 Klätterrör

För att ta sig upp från näst högsta planet till insidan av klättertoppen så kan man använda sig av två klätterrör. Dessa är förankrade, i båda ändarna, i en tjockare metallstolpe som går från marken upp till toppen. Rören har ett väldigt unikt formspråk och är designade för att efterlikna en stor skruv, likt ett handräcke i en spiraltrappa. Detta innebär att det ställs höga krav på formbarhet och hållfasthet hos materialet.

Vid böjning av metallröret kommer det att utsättas för vridnings- och böjspänningar, vilket kan försvaga röret då sprickor, deformationer och bucklingar kan uppstå. För att undvika detta är det viktigt att röret är korrekt dimensionerad, speciellt dess väggjocklek. Tjockare väggar ger röret större motståndskraft mot dessa spänningar samt dynamiska belastningar, vilket uppstår när barn leker. Röret har en ytterdiameter på Ø42 mm och en väggjocklek på 2 mm, vilket ger en innerdiameter på Ø38 mm. Radian från centrum av spiralen tills utkanten är 270 mm och spiralens höjd är 3400 mm. Röret har en lutning mellan 10 och 30° då spiralen inte är helt symmetriskt. Längden på spiralen är ungefär 7,8 m och den totala volymen är 0,00196 m³.



Figur x. CAD-fil av klätterröret

För att lösa konstruktionen av klätterröret, tittar vi på tillverkningsprocessen för räcken och handledare till spiraltrappor då den slutgiltiga formen är snarlik. Den troligen mest optimala

tillverkningstekniken är att använda en 3D-bockmaskin för att få den önskade formen (Eurostair, u.å.).

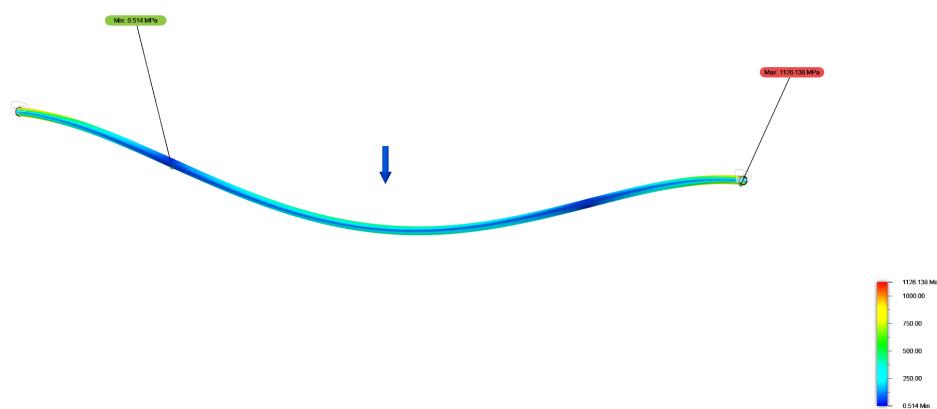
Att räkna ut exakta spänningar och laster kan vara väldigt svårt och tidskrävande. Efter diskussion med konstruktionsingenjören Fredric Malm så togs beslut att göra grova antaganden och sedan utföra enklare, men ändå relevanta, beräkningar. Vid bockning förändras rörets sträckgräns och den kan antingen öka eller minska, men för detta fall antar vi att den halveras. Vid beräkning antas röret sträckas ut så att det är rakt och att det är fast inspänt i båda ändar. Sedan appliceras en punktlast i mitten på 500 N, vilket är en relativt stor last i förhållande till hur mycket ett genomsnittligt barn väger. Lasten är även koncentrerad på en punkt och i verkligheten kommer lasten att appliceras på ett mer utbrett sätt.

För att se om röret kommer att hålla utförs en rimlighetsanalys med hjälp av CAD-programmet Autodesk Fusion. Analysen utförs enligt tidigare nämnda villkor för respektive material. Resultaten presenteras i tabell x.

Tabell x. Maximal spänning som röret utsätts för vid 500 N belastning.

Metall	Maximal spänning (MPa)	Brottgräns (MPa)	Säkerhetsfaktor
EN 1.4301	130	510	3,92
EN 1.4401	130	515	3,96
EN AW-6063	130	215	1,65
EN AW-6061	130	290	2,23

Tabellen visar att alla metaller klarar av lasten, somliga med mer marginal än andra, vilket var det väntade resultatet. Värt att notera är att den maximala spänningen som uppstår är densamma då lasten som applicerades var densamma vid alla analyser och den är oberoende av materialet. Figur x visar en av analyserna och där syns en punkt nära infästningen där spänningen uppnår ett väldigt högt värde. Denna spänningskoncentration kan bortses ifrån för denna analys då den ej anses som relevant i fallet.



Figur x. FEM-analys av ett rör i EN 1.4301.

För att ytterligare stödja resonemanget kring antaganden erhölls följande citat från Fredric Malm: "Eftersom det är svårt att göra en hållfasthetsanalys på röret när det är i sin tänkta form så har en rimlighetsanalys istället utförts. Rimlighetsanalysen har gjorts genom att ett väldigt konservativt lastfall för röret har analyserats. Detta lastfall kommer sannolikt att ge en mycket högre spänning i materialet än vad som kan uppkomma när röret används som tänkt i sin bockade form. Förutom att man tittat på ett konservativt lastfall så har man även tagit höjd för att själva tillverkningsprocessen kan påverka materialets hållfasthetsegenskaper i negativ riktning genom att anta att halvera sträckgränsen i analysen.

Resultatet av analysen visar på att röret håller för det konservativa lastfallet även med den nedsatta sträckgränsen. I resultatet av FEM-analysen som är gjort får man en lokal spänning koncentration där röret är inspänt. Denna spänning koncentration kan man bortse ifrån då den ej är relevant för den förenklade analysen. Det intressanta i analysen är att titta på spänningen på mitten av röret där utböjningen är som störst. " (personlig kommunikation, 6 maj, 2024)

Prismässigt är det rätt stor skillnad mellan aluminium och rostfritt stål, främst på grund av densiteten. EN 1.4301 har en total materialkostnad på 373,9 kr, EN 1.4401 på 475 kr, EN AW-6063 på 88 kr och EN AW-6061 på 91 kr. Övriga kostnader kan tillkomma på grund av den unika formen, men dessa antas vara liknande för alla metaller eller vara försumbara skillnader.

Rostfritt stål har redan ett bra skydd mot rost, men för att uppnå önskad färg bör ytterligare ytbehandling utföras. Aluminium rostar i regel inte, men behöver behandlas för att öka dess långvarighet. Utöver det estetiska kommer metallen få ännu bättre skydd mot slitage och annan yttre påverkan.

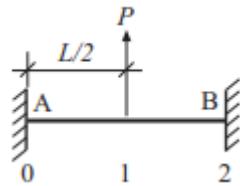
6.2.3 Klättertopp

Högst upp på klätterställningen sitter klättertoppen. Det är ett runt tak som man kan klättra upp i och gå runt inuti för att komma till en rutschkana och utkiksfönster. Klättertoppen måste hålla för att flera barn springer där samtidigt och utan att vara för tung för klätterställningen under. Den planeras att vara i plast men där tjockleken på golv och väggar kan optimeras för att minska den totala vikten och materialåtgången. Klättertoppen har en höjd på 2m och en bottenradie på 5m, men beräkningar görs på en skiva som är 1 kvadratmeter.



Figur x: CAD-fil av klättertoppen.

Föra att räkna på hållfastheten på skivan används följande elementarfall för en balk:



$$M_1 = -\frac{PL}{8} \quad M_B = \frac{PL}{8} \quad M_A = \frac{PL}{8}$$

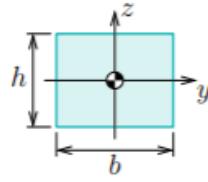
Figur x: Elementarfall för en fast inspänd balk.

Skivan räknas som fast inspänd eftersom endast en del av skivan räknas på och den anses vara fast inspänd i omkringliggande material, och i detta fall räknas det på en punktlast i mitten. I vårt fall är kraften P riktad åt motsatt håll vilket gör M_1 positiv och det är den som används i vidare beräkningar.

Följande formel för att beräkna spänningen i materialet används:

$$\sigma_x = \frac{M_y}{I_y} z$$

Där M är momentet enligt elementarfallet ovan, I är yttröghetsmomentet enligt figuren nedan för en balk med rektangulärt tvärsnitt och z är avståndet till kanten på balken, $h/2$, där störst spänning uppstår.



$$A = bh$$

$$I_y = \frac{bh^3}{12}$$

Figur x: Area och yttröghetsmoment för rektangulärt tvärsnitt.

Med dessa tre ekvationer kan ett uttryck för spänningen skrivas på följande sätt:

$$\sigma = \frac{3PL}{4bh^2}$$

Om spänningen är den maximala tryckspänning som materialet klarar enligt tabell x, längden och bredden är 1 m vardera och tjockleken (höjden, h) till 0,05m kan den kraft P som skivan klarar utan att plastisk deformation sker beräknas. Värdena för vardera material sammanställs i tabell x nedan.

Tabell x: Maximal kraft utan plastisk deformation.

Material	Kraft (kN)
HDPE hög molekylvikt	77,3
HDPE låg/medel molekylvikt	62,0
LDPE	36,0
LLDPE	38,7

Alla material klarar en väldigt stor kraft, större än vad de kommer att utsättas för i denna applikation. Ett annat sätt att räkna är om den pålagda kraften uppskattas, inklusive säkerhetsfaktor, som skivan utsätts för till 5000N. Då kan den minsta tjockleken (h) som skivan kan ha utan att gå sönder beräknas. Samma formel som ovan används där höjden bryts ut ur ekvationen. Resultatet för varje material sammanställs i tabell x nedan.

Tabell x: Minsta tjocklek utan plastisk deformation.

Material	Tjocklek (cm)
HDPE hög molekylvikt	1,27
HDPE låg/medel molekylvikt	1,42
LDPE	1,86
LLDPE	1,80

Från de två beräkningarna ser vi att en tunn skiva klara väldigt mycket vikt. För vidare jämförelser mellan materialen läggs 1cm till på tjockleken, och avrundas till en decimal, för att vara på den säkra sidan. Tjockleken påverkar även visuellt och ger en ökad känsla av säkerhet, framförallt då klättertoppen är högst upp i klätterställningen.

Klättertoppen är inte helt cylindrisk så den totala materialåtgången för varje material beräknas ungefärligt. Densiteten hos materialen är relativt nära varandra men HDPE har högre densitet än LDPE och det påverkar den totala vikten på delen. Vikten beräknas med hjälp av densiteten och den uppskattade volymen för varje material. Prismässigt så kostar tre av fyra material lika

mycket, 7,52 kr/kg, och den som särskiljer sig är LDPE på ett något högre pris 10,1 kr/kg. Med den vikt som fås beräknas den totala kostnaden. De tre värdena materialåtgång, vikt och pris sammanställs för varje material i tabell x nedan.

Tabell x: Materialåtgång, vikt och pris vid applikation.

Material	Materialåtgång (m ³)	Vikt (kg)	Pris (kr)
HDPE hög molekylvikt	1,84	1 742,5	13 103,6
HDPE låg/medel molekylvikt	1,92	1 802,9	13 557,8
LDPE	2,31	2 118,3	21 394,8
LLDPE	2,23	2 047,1	15 394,2

Från tabell x kan det konstateras att HDPE med hög molekylvikt är det bästa alternativet och LDPE är det sämsta, utifrån de tre parametrarna.

Från värdena tagna från Ansys Granta EduPack ser vi att högdensitetspolyeten har högre hårdhet än lågdensitetspolyeten. Den högre hårdheten gör att materialet är tåligare mot slitage och synliga repor vilket påverkar det estetiska. Ur den aspekten är HDPE med hög molekylvikt det bästa alternativet med ett värde på 6 HV.

Eftersom materialet endast behövde anpassas efter svenska klimat är en lägsta drifttemperatur på -68°C till -82°C tillräckligt. Därför utesluts inget av materialen på grund av den faktorn, men ett högre värde ger en högre säkerhetsmarginal vilket är positivt.

Ingen av plastmaterialen har ett högt värde på UV-resistens, så oavsett behöver plasten färgas med ett pigment som ökar dess beständighet mot UV-strålning, men HDPE har ett något högre värde som grund.

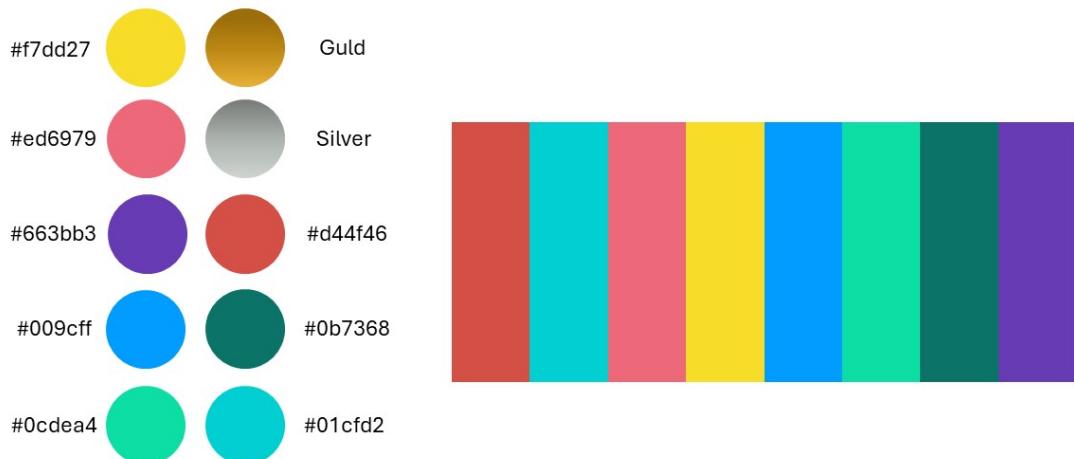
6.2.4 Underlagsmaterial

För val av material på underlaget är det viktigaste att det är säkert och stötdämpande för fall under lekredskapen. Både lösa material som sand och träflis och fasta material som gummimattor fungerar stötdämpande och är bra alternativ som underlagsmaterial. En viktig fördel som gummimattor har över de andra är att ett fast material gör lekplatser tillgänglig och inkluderande för fler, framför allt rullstolsburna. Det är en viktig aspekt som väger tungt vid val av underlagsmaterial för lekplatsen. Sand och träflis kommer efter ett tag att spridas runt utanför tänkt område vilket leder till både mindre stötdämpande material kvar där det behövs och en mindre estetiskt tilltalande plats. Gummimattan håller sig oförändrad under påverkan av spring och lek. Ytterligare en fördel med gummi är att det inte absorberar vatten och kvalitén på materialet förändras inte på grund av det. När sand blir blöt minskar den stötdämpande förmågan och när träflis blir blött bryts det ner snabbare.

7. Slutgiltigt resultat

Här kommer det slutgiltiga resultatet att presenteras. Utifrån diskussionen har nu en färgpalett skapats och slutliga materialval med eventuell behandling valts.

Den slutgiltiga paletten, se figur x, är en blandning av de färger som var allmänt populärast, men främst av de som var populärast hos barnen. De specifika kulörerna är tagna direkt från modellerna med hjälp av ett digitalt pipettverktyg. Guld och silver är mest tänkt att vara på mindre detaljer och dekorationer då det var i detta syfte de förekom på modellerna. Att få exakt rätt färg kan vara svårt när de olika materialen ska färgas, men paletten är en god riktlinje för hur det slutgiltiga resultatet ska se ut.



Figur x. Färgpalett för lekplatsen

Till de bärande trästolarna kommer furu att användas. Dess goda tillgänglighet och billiga pris i kombination med den mer än godkända säkerhetsfaktorn gör det till ett bra val. Träet kommer att färgas med alkydoljefärg i många olika kulörer från paletten för att lekplatsen ska få ett färgglatt uttryck.

Till klätterören i metall kommer pulverlackat rostfritt stål att användas. Även om aluminium kan fungera, är den ökade säkerheten hos rostfritt stål väldigt önskvärd.

Till klättertoppen kommer högdensitetspolyeten (HDPE) att användas. Om det är med hög, medel eller låg molekylvikt specificeras inte då alla fungerar bra. Plasten färgas i vitt och blått med pigment som ökar dess väderbeständighet och andra viktiga egenskaper för att klara utomhusbruk under lång tid.

Till underlaget kommer gummi att användas. Gummit är fast, antingen i form av gummimatta eller PIP-gummi, för att vara inkluderade och säkert och kommer att färgas till färgglada kulörer utifrån den framtagna paletten.



8. Slutsats

Slutsats, hur ser det materialsatta lekredskapet ut?



9. Referenslista

A&C Plastics Inc (u.å.) *Recreation Plastic — How It's Used In Playground Equipment*. Available at: <https://www.acplasticsinc.com/informationcenter/r/recreation-plastic-in-playground-equipment> (Accessed: 11 April 2024).

Alumeco (u.å.a) *Använda legering*. Available at: <https://www.alumeco.se/kunskap-teknik/data-aluminium/anvanda-legering/> (Accessed: 18 April 2024).

Alumeco (u.å.b) *Använda obehandlat aluminium utomhus*. Available at: <https://www.alumeco.se/kunskap-teknik/allmant/anvanda-obehandlat-aluminium-utomhus/> (Accessed: 11 April 2024).

Aslı, S.E. (2018) *Designing Playgrounds for All*. Yıldız Technical University, Faculty of Architecture E-Journal. Available at: https://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON-14890-ARTICLE-SUNGUR_ERGENOGLU.pdf.

Auchterlonie, R. et al. (2021) *Guiding the Design of Inclusive Playgrounds through Needs Assessment and Materials Selection*. Symposium. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9483727> (Accessed: 7 March 2024).

Boverket (2022) *Regler för lekplatser och lekredskap*. Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/sakerhet/barnsakerhet-och-personsakerhet/lekplatser-och-lekredskap/> (Accessed: 20 February 2024).

Bruya, L.D., Ed. (1988) *Play Spaces for Children: A New Beginning. Improving Our Elementary School Playgrounds. Volume II*. ISBN-0-88314-391-7. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, Reston, VA. American Association for Leisure anti Recreation. Available at: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED291748.pdf#page=57> (Accessed: 3 April 2024).

Chaluminium (2023) *What Are The Aluminium in Construction?* Available at: <https://www.chaluminium.com/what-are-the-aluminum-in-construction> (Accessed: 18 April 2024).

Eager, D. (2003) *A Study Into LDPE as an Undersurfacing Material for Injury Prevention and Risk Minimisation in Children's Playgrounds*. Washington, D.C: Faculty of Engineering. Available at: https://www.researchgate.net/profile/David-Eager/publication/267585363_A_Study_Into_LDPE_as_an_Undersurfacing_Material_for_Injury_Prevention_and_Risk_Minimisation_in_Children's_Playgrounds/links/57fc732108ae51472e7e88bd/A-Study-Into-LDPE-as-an-Undersurfacing-Material-for-Injury-Prevention-and-Risk-Minimisation-in-Childrens-Playgrounds.pdf (Accessed: 10 April 2024).

Ghayouri, R. and Ayat, S. (2020) *Color Preference Based on Children's Choices for the Interior Spaces of Kindergartens*. Milan, Italy: School of Architecture and Urban Design. Available at: <https://irjaes.com/wp-content/uploads/2020/10/IRJAES-V5N2P109Y20.pdf> (Accessed: 10 April 2024).

HAGS Sverige (u.å.) *Trä, furu, stål & högtryckslaminat – Material för lekplatser*. Available at: <https://hags.se/sv-se/om-hags/material> (Accessed: 7 March 2024).

Jernkontoret (2019) *Metaller*. Available at: <https://www.jernkontoret.se/sv/energi--miljo/metaller/> (Accessed: 10 April 2024).

KIPP (u.å.) *Rostfritt stål*. Available at: <https://www.kipp.se/se/sv/Service/Material%C3%B6versikt/Rostfritt-st%C3%A5l.html> (Accessed: 18 April 2024).

KOMPAN (u.å.) *Lekplatser nära naturen*. Available at: <https://www.kompan.com/sv/se/inspiration/inspiration-for-nature-playgrounds> (Accessed: 4 April 2024).

Metallkompetens (u.å.) *1.0 Aluminiumlegeringar*. Available at: <https://metallkompetens.se/handbok/aluminium-basfakta-2/aluminiumkvaliteer/aluminiumlegeringar/> (Accessed: 11 April 2024).

Miracle Recreation (u.å.) ‘A Guide to Different Playground Equipment Surfaces’, *Blog*. Available at: <https://www.miracle-recreation.com/blog/different-playground-equipment-surfaces/?lang=can> (Accessed: 10 April 2024).

MITF (2013) *Metaller - i samhälle och miljö*. Available at: https://www.jernkontoret.se/globalassets/publicerat/stal-stalind/metaller_i-samhalle-och-miljo_2013.pdf (Accessed: 10 April 2024).

Mobipark (u.å.) *ALU mazing! New: Play structures in aluminium*. Available at: <https://mobipark.com/en/alu-mazing-new-play-structures-in-aluminium/> (Accessed: 11 April 2024).

Naturvårdsverket (u.å.) *Plast i byggsektorn*. Available at: <https://www.naturvardsverket.se/amnesområden/plast/hallbar-plastanvändning/plast-i-byggsektorn/> (Accessed: 5 April 2024).

NE (u.å.a) *Beständighet*. Available at: <https://www.ne.se/uppslagsverk/ordbok/svensk/best%C3%A4ndighet> (Accessed: 19 April 2024).

NE (u.å.b) *Säkerhet*. Available at: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/s%C3%A4kerhet> (Accessed: 19 April 2024).

Nordic Plastic Group (u.å.) *Allt Om Plaster, Nordig Plastic group*. Available at: <https://www.npgroup.se/om-plast/> (Accessed: 16 April 2024).

Olsen, H., Vanos, J. and Kennedy, E. (2020) *Thermally comfortable playgrounds: A review of literature and survey experts*. Ottawa, Canada: Standards Council of Canada, p. 43. Available at: https://www.scc.ca/en/system/files/publications/SCC_Playgrounds_Report_v_1.1_EN.pdf (Accessed: 10 April 2024).

Passagen Linköping (2024) *Passagen*. Available at: <https://www.linkoping.se/upplysta-och-gora/kultur/konst/passagen/> (Accessed: 20 February 2024).

PCC Group Product Portal (2021) *Vilka plaster är återvinningsbara? Lär dig mer om symboler och märkningar av plast.*, PCC Group Product Portal. Available at:

<https://www.products.pcc.eu/sv/blog/vilka-plaster-ar-atervinningsbara-lar-dig-mer-om-symboler-och-markningar-av-plast/>.

Sahin, C.K. and Onay, B. (2020) *ALTERNATIVE WOOD SPECIES FOR PLAYGROUNDS WOOD FROM FRUIT TREES*. Isparta, Turkey: Suleyman Demirel University. Available at: <http://www.woodresearch.sk/wr/202001/13.pdf> (Accessed: 3 April 2024).

Seker, B. et al. (2016) *EVALUATION OF WOOD PLASTIC COMPOSITES USE IN CHILDREN PLAYGROUND*. Karabuk , Turkey: Forest Industry /Engineering Faculty of Forestry. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Oezlem-Oezgenc-Keles/publication/322011485_DETERMINATION_OF_SOME TECHNOLOGICAL_PROPERTIES_ON_COATING_SYSTEMS_BASED_ACRYLIC_RESIN_WITH_UV_ABSORBER/links/5a3d4f1c458515f6b039c156/DETERMINATION-OF-SOME-TECHNOLOGICAL-PROPERTIES-ON-COATING-SYSTEMS-BASED-ACRYLIC-RESIN-WITH-UV-ABSORBER.pdf#page=85 (Accessed: 5 April 2024).

Skogskunskap (2024) *Ek (Quercus spp.)*. Available at: <https://www.skogskunskap.se/skota-lovskog/om-lov/vara-lovtrad/ek-quercus-spp/> (Accessed: 3 April 2024).

SpecialChem (u.å.) *Pigments for Plastics: Complete Technical Guide*. Available at: <https://polymer-additives.specialchem.com/selection-guide/pigments-for-plastics> (Accessed: 11 April 2024).

Special-plast AB (u.å.) *Vad är LDPE plast?* Available at: <https://www.specialplast.se/plastskolan/ldpe/vad-ar-ldpe-plast/> (Accessed: 10 April 2024).

Stainless Europe (u.å.) *Austenitiskt stål*. Available at: https://stainlesseurope.se/sv_SE/n/45 (Accessed: 18 April 2024).

Svenska Naturlekplatser (u.å.a) *Olika material, Svenska Naturlekplatser*. Available at: <https://www.naturlekplatser.com/materialval> (Accessed: 5 April 2024).

Svenska Naturlekplatser (u.å.b) *Våra material, Våra material*. Available at: <https://www.naturlekplatser.com/vara-material> (Accessed: 4 April 2024).

Svenskt Trä (2019) *Färg*. Available at: <https://www.traguiden.se/underhall/ytbehandling-och-underhall/farg/> (Accessed: 5 April 2024).

Svenskt Trä (u.å.a) *Beständighetsegenskaper, Beständighetsegenskaper*. Available at: <https://www.svenskttra.se/trafakta/allmant-om-tra/fran-timmer-till-planka/bestandighetsegenskaper/> (Accessed: 4 April 2024).

Svenskt Trä (u.å.b) *Träets egenskaper och kvalitet, Träets egenskaper och kvalitet*. Available at: <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper-och-kvalitet/> (Accessed: 4 April 2024).

Svenskt Trä (u.å.c) *Varför trä?* Available at: <https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/byggande/varfor-tra/> (Accessed: 4 April 2024).

Svenskt Trä (u.å.d) *Ytbehandling av utväntigt trä, Ytbehandling*. Available at: <https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/byggande/ytbehandling/> (Accessed: 5 April 2024).

SwingSetMall (2023) *What Are Playground Slides Made Of?* Available at: <https://www.swingsetmall.com/blog/what-are-playground-slides-made-of/> (Accessed: 11 April 2024).

Tikkurila (u.å.) *Ytbehandling av metall: Komplett vägledning för industriella tillämpningar.* Available at: <https://tikkurila.se/industri/tjanster/ytbehandling-av-metall-komplett-guide> (Accessed: 11 April 2024).

Ytbehandling.eu (u.å.) *Ytbehandling.* Available at: <http://www.ytbehandling.eu/> (Accessed: 11 April 2024).