

Svamp som växtmaterial inom landskapsarkitektur

– exempel på designprinciper

Christopher Mörk



Titel: Svamp som växtmaterial inom landskapsarkitektur – exempel på designprinciper
Engelsk titel: Fungi as plant material in landscape architecture – examples of design principles

© Christopher Mörk

Handledare: Marina Queiroz, SLU, institutionen för stad och land

Examinator: Lena Steffner, SLU, institutionen för stad och land

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet, fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur

Omfattning: 15 hp

Nivå: Grundnivå G2E

Kurs: EX0861, Självständigt arbete i landskapsarkitektur

Kursansvarig institution: institutionen för stad och land

Program: Landskapsarkitektprogrammet - Uppsala

Nyckelord: Svamp, mykorrhiza, landskapsarkitektur, biosorption, mykoremidering.

Omslagsbild: Stubbe med svamp, skiss av Christopher Mörk (2020)

Alla bilder i arbetet används med erforderliga tillstånd.

Publiceringsår: 2020

Publiceringsort: Uppsala

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se/>

Sammandrag

Ämnet för kandidatarbetet är svamp; den organism som först möjliggjorde för växter att vandra upp från haven på land för 450 miljoner år sedan. Kandidatarbetet undersöker svamp ur ett landskapsarkitekturperspektiv genom en litteraturgenomgång som sedan mynnar ut i ett antal designprinciper. Symbioser mellan svamp och växter är en av de drivande krafterna i våra ekosystem. I tider av skiftande klimat ökar kraven på gestaltade utemiljöers flexibilitet och motståndskraft då extremväder blir allt vanligare. Författaren menar att samhället kan ha mycket att vinna i att introducera svamp som växtmaterial i våra designade utemiljöer. Växter i symbios med svamp har bland annat visat sig ha en ökad tolerans mot torka och salt och de kan fungera som en barriär mot växternas sjukdomar och parasiter. Svamp besitter även egenskaper som gör att de kan rena miljöer som har förorenats av människan. De flesta svampar har specialiserat sig på att bryta ner svårt nedbrytbara material som cellulosa och lignin och på så sätt tillgängliggöra näringen för växter och djur. Resultatet visar att det är möjligt att på olika sätt arbeta in svamp och dess växtsubstrat i utformningen av utemiljöer, främst genom att nyttja saprofytiska svampar som lever på död ved. Ämnet är dock outforskat ur detta perspektiv och det finns vidare forskning att göra.

Abstract

The topic of this thesis is fungi; the organism that first made it possible for plants to rise from the oceans to colonize earth surface 450 million years ago. This thesis examines fungi from a landscape architectural view through a literature review which then forms a number of design principles. Symbioses between fungi and plants is one of the driving forces in our ecosystems. In times of shifting climate where extreme weather is becoming more and more common, demands on the flexibility and tolerance of our designed outdoor environment are increasing. The author suggests that society can gain advantage by introducing fungi as a planting material in our designed outdoor spaces. Plants in symbioses with fungi has among other things shown to have an increased tolerance to drought and salt and they can work as a barrier against plant pest and parasites. Fungi also has the ability to clear environments that have been polluted by human activity. Most fungi are specialized in decomposing dead wood and make the nutrients within available to plants and animals. The result shows that it is possible to use fungi and the material which it grows in, in outdoor environment design, paramount by using saprophytic fungi that live on dead wood. The subject is still unexplored from this point of view though and there is more research to be done.

Innehåll

Introduktion	5
Syfte	5
Frågeställning	5
Avgränsning.....	5
Begrepp	5
Metod	6
Litteraturgenomgång	6
Sökord	6
Designprinciper.....	6
Bakgrund och litteraturgenomgång	7
Vad är svamp?	7
Matsvamp	8
Starta svampodlingen med mycelmedium.....	9
Svampodling på vedstockar och stubbar.....	10
Mykorrhizas fördelar	12
Svampars funktion.....	12
Sammanställning av designprinciper	13
Svamp i planteringsbäddar.....	13
Svamp i stubbar.....	14
Mykorrhiza	14
Skapa förutsättningar	15
Mykoremidering och kickstart av ekosystem	16
Diskussion	16
Metoddiskussion.....	17
Litteraturgenomgång	17
Designprinciper	17
Metod slutsats	18
Resultatdiskussion.....	16
Slutsatser och förslag på fortsattarbete.....	18

Introduktion

United Nations (2019) rapportera att den globala befolkningen 2019 var 7.7 miljarder och att vi beräknas bli 9.7 miljarder människor på jorden år 2050. Enligt Global Footprint Network (2020) kommer människan det kommande året förbruka 75% mer naturresurser än vad jorden klarar av att regenerera. Befolkningsökningen och vårt överutnyttjande av naturens resurser i kombination med klimatförändringar medför att människan globalt behöver anpassa sig till nya förutsättningar för att säkra en framtid för kommande generationer. Det är därför viktigt att vi som landskapsarkitekter verkar för effektivt resursutnyttjande, genom att designa motståndskraftiga utemiljöer som tar till vara på lokalt tillgängliga resurser samt skapar möjligheterna för dessa att återskapas på plats. En pusselbit i att designa resurseffektiva och resilienta miljöer kan vara att använda sig av svamp i vår design.

Syfte

Syftet med arbetet är att utforska hur svamp och dess växtsubstrat kan användas inom landskapsarkitekturen. Arbetet innefattar utifrån utforskningen att utöka landskapsarkitektens användande av växtmaterial till att inkludera svamp genom att ange exempel på designprinciper.

Frågeställningar

Vilka funktioner kan svamp och dess växtsubstrat bidra med inom landskapsarkitektur? Hur kan dessa funktioner gestaltas?

Avgränsning

Studien avgränsas till vetenskaplig litteratur på ämnet svamp med fokus på dess växtsätt och egenskaper, i relation till hur de kan användas inom landskapsarkitekturen.

Begrepp

- » Växtsubstrat – Det substrat som svamparnas mycel växer i, likt jord för växter.
- » Ekosystemtjänst – De produkter och tjänster som naturen producerar som vi människor drar nytta av.
- » Fruktkropp – Svampars ovanjordiska del som växer upp för att sprida sporer. Kan bestå av en stam och en hatt.
- » Inokulera – Att föra in mycel i ett växtsubstrat. Exempel mycelberikade träplugg sätts in i en trästock.
- » Blomning – När svampar bildar fruktkroppar.

- » Mycelmedium – Mycelberikat material som används för att inokulera ett växtsubstrat. Exempelvis mycelberikade träplugg.

Metod

Metoderna som har använts i detta arbete är en litteraturgenomgång samt designprinciper som tagits/skissats fram utifrån behandlad litteratur. Litteraturgenomgången ger en kunskapsöversikt över hur svamp används idag och dess egenskaper. Designprinciperna har skapats simultant med litteraturgenomgången och exemplifieras i skisser och illustrationer som visar hur svamp och dess växtsubstrat kan användas inom landskapsarkitektur.

Litteraturgenomgång

För att ta reda på hur svamp odlas, vilka växtsubstrat som används och vilka egenskaper svamp besitter har jag, utefter Brymans (2011) metod litteraturgenomgång, läst artiklar och böcker som sökts fram via SLU-bibliotekets databas Primo samt Google Scholar. Anteckningar har förts under inläsningen och nyckelord har sedan använts för ytterligare sökningar i databaserna. Alla träffar vid sökningarna har inte lästs, utan en noggrann sällning utifrån relevans har gjorts utifrån rubriker och sammandrag. Den litteratur som jag valt att ta med i litteraturgenomgången innehåller information om något av följande: svampars egenskaper, hur svamp kultiveras eller dess symbios med växter. Jag har försökt hålla mig till litteratur som är aktuell och skriven under de senaste 20 åren. Primärt gjordes sökningar i Primo och Google Scholar, men källor som hittades i litteraturen kan ha hämtats från andra databaser.

Litteraturgenomgången genomfördes för att ge svar på frågorna om hur svamp används idag, vilka egenskaper den har samt vilka växtsubstrat som används. Detta ger en kunskapsgrund för hur vi som landskapsarkitekter kan tillämpa svamp som växtmaterial. Kunskapsgrunden används sedan för att forma designprinciper.

Sökord

Sökorden som använts i SLU-bibliotekets databas Primo och Google Scholar är: Mushroom*, fungi, cultivation, "ecosystem service*", biosorbents, heavy metals, "environmental impact", symbiosis, pathogens, trees, "landscape architecture".

Designprinciper

Under litteraturgenomgången skissade jag på tänkbara användningar av svamp och dess växtsubstrat, dessa renritades sedan och sammanställdes till designprinciper. Metoden inspirerades av Christopher Fraylings artikel "Research in art and design" där han lyfter relationen mellan forskning och design (1993). Frayling beskriver hur forskning förhåller sig till konst och design men också hur konst och design kan vara forskning. Jag valde att hämta inspiration ur det förhållningssätt som Frayling kallar "Research for art and design", vilket syftar till att utifrån kunskap

framställa en artefakt, i detta fall designprinciper. För att visa hur designprinciperna skulle kunna genomföras i praktiken visualiseras och presenteras de som illustrationer i resultatet.

Bakgrund och litteraturgenomgång

Svamp är en mycket gammal organism, för drygt 450 miljoner år sedan banade svamp vägen för rotlösa vattenväxter att kolonisera jordens landyta, i symbios försåg svamparna växterna med näringsämnen och fukt via sitt mycelnätverk i utbyte mot att få ta del av energin från växternas fotosyntes (Bidartondo *et al.* 2011). 30 miljoner år senare i slutet av den geologiska perioden Silur och i början av Devon reste sig åtta meter höga, koniska svampar kallade Prototaxites över markvegetationen som då nådde en höjd på cirka en meter (Stamets 2005 s. 6; Boyce *et al.* 2007). Prototaxites utdöende sammanfaller med den tid då insekter koloniserade landytan, troligen konsumerades jättesvamparna från basen och upp (Boyce *et al.* 2007).

Vad är svamp?

Svamp som begrepp kan ha många betydelser, framförallt översatt från olika språk. För att citera Shu Ting Chang och Solomon P. Wasser's (2017) breda definition översatt från engelska ur deras artikel *The Cultivation and Environmental Impact of Mushrooms*

”Svamp är en distinkt fruktkropp av en macrosvamp, som producerar sporer, de kan antingen växa ovan jord eller under jord och är tillräckligt stora för att ses med ett naket öga och kan plockas för hand.” (Chang & Wasser 2017 s. 1)

Som organism är svampar unika och har kanske mer gemensamt med djur än med växter (Chang & Wasser 2017). Svampar absorberar syre och frigör koldioxid, deras cellväggar består inte av cellulosa utan av kitin (samma ämne som i ryggradslösdjurs skal), de saknar förmågan att fotosynteserna och är heterotrofa (ibid). Det finns ungefär 16'000 macrosvampar världen över (ibid).

Paul Stamets (2005 s. 19) delar i sin bok *Mycelium Running* in svamparna i fyra kategorier: saprofytiska, parasitiska, mykorrhiza och endofytiska, vilket baseras på hur de tillgodoser sig näring.

Saprofytiska svampar är ekosystemets återvinnare och bryter ner dött organiskt material från växter, insekter och djur (ibid). Saprofyter är jordbildande, bryter ner stora molekyler och tillgängliggör kol, väte, kväve, fosfor och mineraler till levande växter och djur (ibid). Under en svampexkursion med ekologiprofessor Göran Thor (2019) påträffades kandelabersvamp (*Artomyces pyxidatus*), en saprofyt med intressant utseende (se figur 1 på nästa sida) som också är en signalart som indikerar kontinuerlig tillgång på aspved.

Parasitiska svampar tar mer från sin värd än vad den ger, är skadlig och vanligen dödlig (Stamets 2005 s. 23). Men även om parasiterna skadar och dödar sina värdträd så kan de vara gynnsamma för habitatet som helhet (ibid). Död ved lever

och ett ruttnande träd ger upphov till större biologisk mångfald i en skog än sina levande grannar (ibid). En parasit som är förödande för skogsbruket när den drar fram är honungsskivlingen (*Armillaria ostoyae*) som kan fälla tusentals hektar skog (ibid). Som sagt förödande för skogsproduktionen men honungsskivlingen lämnar efter sig ett nystartat ekosystem, med mängder av förmultnande ved och fördjupat jorddjup vilket skapar ett mer näringsrikt habitat för kommande generation skog (ibid).



Figur 1. Kandelabersvamp från exkursionen. Fotografi taget av författaren (2019-09-11).

Mykorrhiza svamp bildar en symbios med växters rotsystem (Stamets 2005 s. 24). Symbiosen bildas antingen genom att mycelet exteriört omsluter värdväxtens rötter och tränger in mellan de ytliga barkcellerna kallat ektomykorrhiza eller genom att det interiört tränger in i rotcellerna endomykorrhiza (ibid). Nästan alla typer av växter allt från gräs till träd ingår partnerskap med mykorrhiza (ibid).

Ektomykorrhiza breder ut sig uppemot 10-100 gånger en skogs löv area och kan förse växter med näring, mineraler och fukt långt utanför deras rotsystem (ibid). Växtrötternas ökade upptagsarea leder till ökad tillväxt, ökad motståndskraft mot sjukdomar och torka (ibid). I utbyte får svamparna ta del av värdväxtens fotosyntes och förses med energi i form av socker (ibid).

Endofytiska svampar är välvilliga svampar som lever i symbios i värdväxten mellan cellväggarna utan att penetrera dem (Stamets 2005 s. 31). Majoriteten av endofyterna är inte beskrivna men de är en egen kategori som är varken saprofytisk eller parasitisk (ibid). Endofyter har påvisats öka växters tillväxt, motverka infektioner, skydda mot parasiter samt mot predation av insekter och herbivorer (ibid).

Matsvamp

Majoriteten av den matsvamp som odlas är saprofytiska vednedbrytare som odlas på sågspån, vedträ eller i kompost (Stamets 2005 s. 19). Det refereras tidigt och återkommande om mat- och medicinsvamp i den skrivna historien (Chang & Wasser 2017). Kina var först med att kultivera svampar kommersiellt, då först judasöra (*Auricularia auricula-judae*) cirka år 600 följt av Enoki (*Flammulina velutipes*) år 800–900, shiitake (*Lentinula edodes*) år 1000–1100, halmslidsskivling

(*Volvariella volvacea*) år 1700 och *Tremella fuciformis* år 1800 (ibid). Champinjonen (*Agaricus bisporus*) var den första svampen att kultiveras utanför Kina och de som lyckades var Frankrike år 1650 (ibid). Champinjonen är en saprofyt som odlas i kompost och var 2005 världens mest kultiverade svamp (Stamets 2005 s. 21).

Amerikanska FDA (The Food and Drug Administration) klassar svamp som god till excellent ”healthy foods”, FDAs kriterium är att en portion ska uppfylla 10-20 procent av det dagliga näringsbehovet (Stamets 2005 ss. 201–202). Till exempel innehåller i dagligvaruhandeln vanligt förekommande matsvamp som shiitake, ostronskivling (*Pleurotus ostreatus*), champinjon och portobello (*Agaricus bisporus* var. *avellaneus*) per portion om 100g: 27-33g protein, 46-56g kolhydrater (varav 19-44g är fibrer), 26-235IU vitamin D, 2.1-9.1mg järn och endast 2.4-3.7g fet (Stamets 2005 ss. 202–203). Mängden vitamin D varierar dock kraftigt beroende på växtsubstrat, ljusförhållande och torkprocess (Stamets 2005 ss. 206–207). Per 100g innehåller shiitake odlad i mörker och torkad i tork 15 IU vitamin D, odlad i halvsugga och torkad i tork 110 IU, soltorkad 21'400 IU och soltorkad med sporskivorna uppåt 46'000 IU (ibid).

Starta svampodlingen med mycelmedium

För att lyckas med sin odling av svamp krävs ett livskraftigt mycel, vilket inokuleras i växtsubstratet via lämpligt mycelmedium (Chang & Wasser 2017). Vanligaste typen av mycelmedium tillverkas av steriliserat spannmål (se figur 2), sågspån, träplugg eller träflis (Stamets 2005 s. 138). De flesta misslyckade odlingsförsök går att spåra tillbaka till dåligt mycelmedium eller dålig hantering av mycelmedium (Chang & Wasser 2017).

Certifierad permakulturdesigner och mycelmediumproducent Daniel Bävernäs (2018) expanderar svampmycel till nya medium genom att först kolonisera mycel i en petriskål med näringsberikad agar, mycelet tillförs i form av svampvävnad eller sporer. Bävernäs använder sig av ett flödesskåp med filtrerad steril luft för att genomföra förflyttning av mycel mellan olika medium. Agar som koloniserats av mycel används för att inokulera spannmål som i sin tur används för att inokulera andra mycelmedium som till exempel sågspån eller träplugg (Bävernäs 2018). Paul Stamets (Stamets 2005 s. 139) använder sig av laboratorieodlat mycelmedium för att skapa nya mycelmattor utomhus och rekommenderar att köpa färdigt mycelmedium för att snabbt få igång sin svampodling.



Figur 2. Mycel från ostronskivling som övertagit burk med spannmål. Fotografiet taget av författaren (2020-02-20).

Svampodling på vedstockar och stubbar

Saprofyter går alldeles utmärkt att odla på vedstockar (se figur 3) eller i stubbar av nyligen avverkade träd (Stamets 2005). För att matcha rätt sorts ved med svampart är det bäst att ta reda på vad svamparten växer i för ved naturligt, de flesta arter är dock opportunisterna och kan odlas på fler olika typer av ved (Stamets 2005 s. 173). Till exempel shiitake som naturligt etablerar sig i ekved, etablerar sig även i bland annat al, eukalyptus, alm och tesota (ibid). Fruktkroppar bildas däremot snabbare i lättnedbrytbara träslag som al än i hårda träslag som tesota, i al bildas fruktkroppar efter 6 till 12 månader, i ek efter ett till två år och i tesota efter två till tre år (ibid). Fördelen med tesota är att den kan producera fruktkroppar i fem till tio år, för mer lättnedbrutna träd som al, björk eller asp rör det sig om två till tre år (Stamets 2005).



Figur 3 Shiitake inokulerade stockar med fruktkroppar i blom. Taget hos svampodlare i Sörmland juni 2019. Fotograf taget av författaren (2019-06-03).

Stamets (2005 ss. 174–176) listar i sin bok *Mycelium Running* 222 stycken lämpliga träslag för svampodling. Jag har identifierat 23 av dem som vanligt förekommande i Sverige: gran (*Abies spp.*), lönn (*Acer spp.*), al (*Alnus spp.*), gråal (*Alnus incana*), klibbal (*Alnus glutinosa*), björk (*Betula spp.*), vårtbjörk (*Betula pendula*), avenbok (*Carpinus betulius*), bok (*Fagus spp.*), ask (*Fraxinus spp.*), lärk (*Larix spp.*), äpple (*Malus spp.*), contortatall (*Pinus contorta*), asp (*Populus spp.*), doglas gran (*Pseudotsuga menziesii*), päron (*Pyrus spp.*), ek (*Quercus spp.*), rönn (*Rhus spp.*), pil (*Salix spp.*), knäckepil (*Salix fragilis*), idegran (*Taxus spp.*), lind (*Tilia spp.*) och skogsalm (*Ulmus glabra*).

Vedstockar som ska inokuleras med svamp bör vara nyligen avverkade, fria från svampangrepp och inte visa några tecken på röta (Stamets 2005 s. 177). Kolla på trästockens ändar, är veden jämn i färgen mellan årsringarna så har du en lämplig stock (ibid). Visar stocken tecken på angrepp eller röta så kapar man bort den angripna delen och när snittet inte längre visar något tecken på angrepp kapas ytterligare en meter, sedan kan resten av stocken användas för svampodling (ibid). Lämplig längd på stockarna varierar mellan odlare men vanligt är runt en meter (ibid). För att undvika oönskade svampangrepp när man sågar upp stockar för inokulering, kan motorsågsolja berikad med sporer användas (Stamets 2005 s. 180). Nästa steg är att plugga stockarna vilket görs genom att borra åtta millimeters hål som är något djupare än den mycelberikade pluggen (Stamets 2005 s. 177). Det går åt cirka 30–50 plugg per meter vedträ om diametern är mellan 10–20 centimeter, stockar med en diameter över 25 centimeter kräver mycket mer plugg och tar mycket längre tid på sig att bilda fruktkroppar och blir därför olämpliga att odla på (ibid). Inokulerade stockar bör placeras i halvskugga utan direkt solljus för att bibehålla en god fuktnivå och helst inte ligga direkt på marken då det ökar risken för insektsangrepp och uppsnabbad nedbrytning (ibid). Inokulerade stockar på mellan 10–20 centimeter i diameter blommar vanligen efter ett till två år (se figur 4) och i vissa fall redan efter sex månader (ibid). Ibland krävs det mer än tid för att få fruktkroppar att blomma ut från inokulerade stockar, till exempel så grävs stockar inokulerade med lackticka (*Ganoderma lucidum*) ner under jord för att stimulera blomning (Chang & Wasser 2017).



Figur 4. Stockar inokulerade med shiitake i blom.
Fotografi taget av författaren (2020-02-20).

Stubbar kan på samma sätt som stockar lämpa sig som växtsubstrat för svamp (Stamets 2005 s. 181). Inokuleringen av stubbar kan göras med trä eller spånplugg som borras ner i den exponerade veden någon centimeter innanför barken (Stamets 2005 s. 182). Vid val av stubbe som växtsubstrat gäller samma saker som med stockar, de bör vara nyligen skapade och inte vissa några tecken på angrepp (Stamets 2005 s. 181). Den exponerade veden bör vara ljus och jämn i färgen (ibid). Stubbar utgör en mer massiv vedvolym än stockar vilket leder till att tiden mellan inokulering och blomning är längre men de ger även skörd under en längre period, upp till tiotals år (ibid).

Mykorrhizas fördelar

Det är mycket svårt, nästan omöjligt, att odla mykorrhizasvampar för dess fruktkroppar på grund av att de har komplexa symbioser med flertalet organismer (Stamets 2005). Kantarell (*Cantharellus cibarius*) till exempel är beroende av tre organismer, värdrädet, jordjästen *Rhodotorula glutinis* samt pseudomonas bakterier för att stimulera sporbildning och blomning (ibid). I laboratoriemiljö har ingen hittills lyckats skapa den symbios som krävs för att få kantarell att bilda fruktkroppar (ibid). Försök att odla perogordtryffel (*Tuber melanosporum*) i USA har pågått i decennier och endast ett fåtal lyckats, problemet är att de snabbt utkonkurreras av inhemska arter (ibid).

Även om det är svårt att få skörd är det möjligt att etablera mykorrhiza som mycelium i symbios med växter (Stamets 2005). Det finns tre metoder för att para ihop växt med mykorrhiza: strö sporer över frön och låta dem gro tillsammans, odla upp plantor i steriljord för att sedan doppa deras rötter i sporberikat vatten eller plantera plantan i närheten av ett värdräd med etablerad symbios med mykorrhiza (Stamets 2005 s. 28;74). I test med jättelönn (*Acer macrophyllum*) och douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*) påvisas en kraftig tillväxtökning hos individer som berikats med mykorrhiza jämfört med dem utan, krontillväxten nära fördubblas och rottillväxten är påtagligt större (Stamets 2005 s. 25;77). Mykorrhiza från douglasgran har i experiment inokulerats i vetepantor och gav en ökad tåligghet mot torka, ökad motståndskraft mot sjukdomar samt en tillväxtökning på 67% jämfört med kontrollplantor (Ridout & George Newcombe 2016). Träd sammanlänkade i ett nätverk av mykorrhiza kan utbyta näring och socker med varandra även mellan olika arter, på så sätt kan mindre träd med hjälp av denna symbios få en hälsosam tillväxt även i skuggan av större träd (Stamets 2005 ss. 24–26).

Svampars funktion

Biosorption, är ett begrepp som syftar på att en levande organism har förmågan att absorbera ett ämne (Das 2005). Biosorption är en förmåga som många svampar besitter, svampar har genom sin ledningsförmåga fått egenskapen att absorbera tungmetaller i sina fruktkroppar (ibid). Christopher Holm Pedersen (2019) kommunikationschef på danska arkitektfirman SLA berättar under en projektpresentation på SLU om hur de under ett bostadsprojekt ovan en tungt trafikerad tunnel i Paris klätt in tunnelns väggar och tak med svamp för att minska luftföroreningar i området som orsakas av trafiken.

Daniel Grimm och Han A. B. Wösten (2018) lyfter i sin artikel *Mushroom cultivation in the circular economy* flera möjliga användningsområden för förbrukat växtsubstrat. De menar att förbrukat växtsubstrat utgör en lämplig ersättning till mineralgödsel som visserligen har högre innehåll av kväve, fosfor och kalium. Fördelen med förbrukat växtsubstrat är förbättrad jordstruktur tack vare ökad mängd organiskt material, långsammare näringstillförsel, förbättrad vattenhållningsförmåga, minskad kompaktering och ökat mikrobiologisk aktivitet (ibid).

För att kunna livnära sig på ved har svamp utvecklat förmågan att bryta ner de långa kolkedjor som är byggstenarna i cellulosa och lignin (Hamnqvist 2017). Denna förmåga att bryta ner kolkedjor gör att svamp kan återställa mark som är förorenad med diesel och olja, då dessa är uppbyggda av långa kolkedjor. Att använda svamp för marksanering kallas mykoremediering (ibid). Våren 1998 testade Paul Stamets (2005 ss. 91–92) ostronskivlingens förmåga att rena mark som var förorenad med diesel och olja. Testet utfördes på ca 7.6m³ jord från ett område som de senaste 30 åren varit en underhållsgård för lastbilar, föroreningen i jorden uppgick till 20'000 ppm diesel och olja, vilket grovt motsvarar värdena från Prince William Sounds stränder efter Exxon Valdez oljeläckage 1989 (ibid). Stamets och hans arbetslag blandade ut jorden med 30% ostronskivlings-inokulerat sågspån. Efter fyra veckor hade hundratals enorma fruktkroppar ploppat upp ur jorden som både hade blivit betydligt ljusare och inte längre luktade diesel (ibid). Efter åtta veckor testades halten petroleumkolväten i jorden som nu visade sig vara 200 ppm, betydligt lägre än de 20'000 ppm som var ursprungsläget, denna lägre halt gör jorden brukbar för markmodulering intill motorvägar (ibid). Under tiden som testet utfördes lockade fruktkropparna till sig insekter, som i sin tur lockade till sig fåglar, även växter började etablera sig på jordhögen, medans kontrollhögar utan svamp höll sig mörka, diesel-luktande och livlösa (ibid).

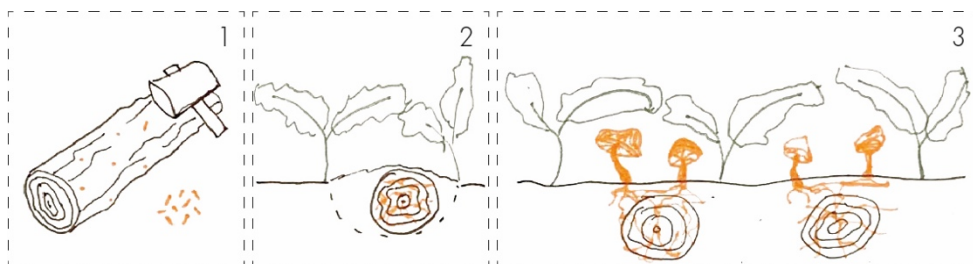
Sammanställning av designprinciper

Här presenteras förslag på tänkbar användning av svamp och dess växtsubstrat inom landskapsarkitektur i form av designprinciper. Designprinciperna redovisas i text följt av enkla illustrativa skisser.

Svamp i planteringsbäddar

En del svamparter som växer i ved stimuleras att blomma när de grävs ner i jorden (se figur 5 på nästa sida). Genom att gräva ner inokulerade stockar i planteringar kan man på så sätt komplettera blommor och grönska med fruktkroppar av svamp. En ytterligare funktion av detta är att långsamt och på lång siktigt förse planteringen med näring allteftersom svamparna bryter ner trädstockens svårnedbrytbara cellulosa och lignin. Svamparna ger även på detta sätt upphov till en större biodiversitet då de som primära nedbrytare banar väg för sekundära

nedbrytare, både från svamp-, växt- och djurriket. Att gräva ner inokulerade stockar i planteringar lämpar sig bäst i skuggigt läge för att undvika torka.

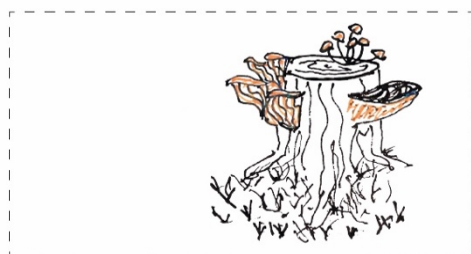


Figur 5, Ruta 1: mycel pluggas in i stock, ruta 2: inokulerad stock grävs ner i plantering, ruta 3: fruktkroppar i plantering. Skisser av författaren (2020).

Svamp i stubbar

Stubbar i park- och naturmiljö kan inokuleras med svamp genom att man exempelvis pluggar in mycelberikad träplugg i dom. På så sätt får valda svamparter ett försprång gentemot annan svamp. Funktionen av att inokulera svampar i stubbar kan vara att skapa ett skydd mot svampparasiter, både i preventivt syfte och för att hämma eller motverka en redan etablerad parasitsvamp i ett trädbestånd.

Ytterligare fördelar är att man kan skapa estetiskt intressanta uppsättningar av blommande fruktkroppar (se figur 6) som både påskyndar nedbrytningen av stubben och ger mat, antingen till oss människor eller till andra organismer för att främja den biologiska mångfalden.

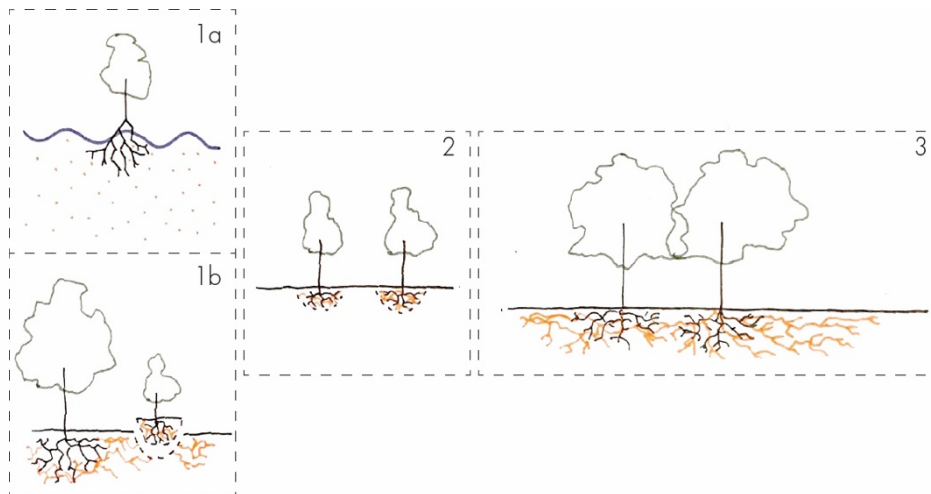


Figur 6, Stubbe med blommande svamp. Skiss av författaren (2020).

Ett alternativ till att borra och plugga in svamp i stubbar kan vara att smörja sågklingan vid trädfällning med sporberikad olja. På så sätt kontrollerar man vilka svampsorter som ges möjligheten att etablera sig. Fördelen med sporberikade sågklingor är att det krävs en mindre arbetsinsats än vid pluggning.

Mykorrhiza

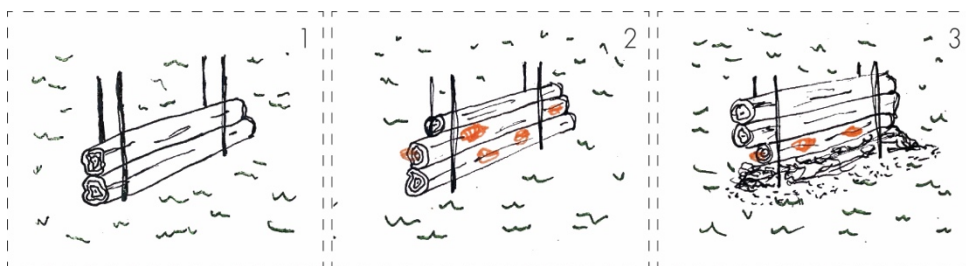
Genom att beställa och plantera träd vars rötter har berikats med mycel från mykorrhiza svampar kan vi skapa trädbestånd som är mer motståndskraftiga mot torka, salt och sjukdomar. Etableras ett mykorrhiza nätverk mellan träden kan de träd som skuggas ändå hållas vid god hälsa genom att ta emot energi som fotosynteserats av de andra träden via mykorrhizan (se figur 7 på nästa sida).



Figur 7. Ruta 1a: unglanta doppas i sporberikat vatten, ruta 1b: träd som vuxit intill mykorrhiza värd grävs upp för omplantering, ruta 2: träd som parats med mykorrhiza planteras, ruta 3: mykorrhiza från ruta 2 har vuxit samman vilket utökar trädens fukt och näringsupptag samt möjliggör utbyte av socker mellan träden. Skisser av författaren (2020).

Skapa förutsättningar

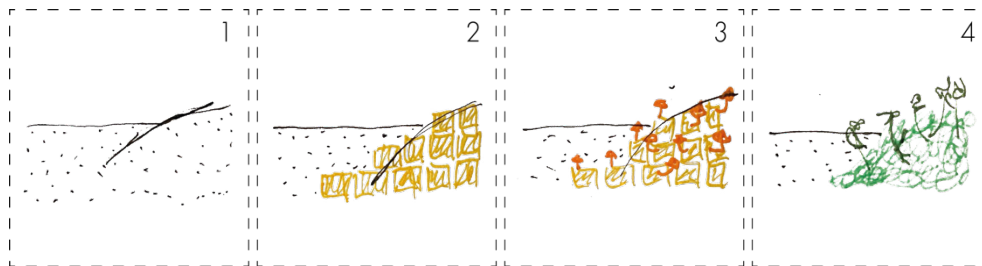
Långt ifrån alla svampar kultiveras och de flesta är mycket svårkultiverade. För de svampar som kräver mer komplexa habitat och symbioser så blir det mer aktuellt för landskapsarkitekten att designa förutsättningarna för en etablering av svamp. Ett tillvägagångssätt för detta är att tillgodose behovet av kontinuerlig tillförsel av död ved till en plats. Antingen genom att årligen strö områden med träflis eller att kontinuerligt samla trästockar. Genom att placera stockarna mellan fyra stolpar (se figur 8) och fylla på med ny ved år efter år skapas både ett rumsbildande element, ett habitat för andra- och tredjehands-saprophyter, samt komposteringsmaterial längst ner som kan krattas ut i planteringar.



Figur 8. Ruta 1: År 0, stockar staplas mellan fyra stolpar. Ruta 2: År 2, svampar har etablerats och ny ved tillförs. Ruta 3: År 5, ursprungsstockarna har förmultnat, svamp har etablerats i mellan stocken och ny ved tillförs. Skisser av författaren (2020).

Mykoremidering och kickstart av ekosystem

Förbrukat växtsubstrat kan blandas med jord för att ge jorden bättre struktur och egenskaper. Genom att blanda in nyligen inokulerat substrat i jord kan man dra nytta av fler fördelar under tiden som mycel och fruktkroppar bildas. Som nämns i bakgrunden har svamp en förmåga att bryta ner föroreningar orsakade av diesel och olja och kan på så sätt rena marken till att bli mer användbar. Då svamp både är jordbilande och sanerande samt lockar till sig djurliv kan man placera ut halmbalar inokulerade med svamp i habitat som tagit skada av olje- eller dieselläckage. Vilket startar en naturlig nedbrytningsprocess av föroreningen, lockar till sig insekter som i sin tur lockar till sig fåglar som tar med sig frön som kan börja gro i den nyligen bildade jorden (se figur 9).



Figur 9. Ruta 1: Livlös jordhög. Ruta 2: Mycelberikade halmbalar placeras ut. Ruta 3: Svamp i blom. Ruta 4: Växlighet har etablerats i nybildad jord. Skisser av författaren (2020).

Diskussion

I detta avslutande diskussionskapitel avhandlas valda metoder, studiens resultat, slutsatser och ämnen för vidare forskning.

Resultatdiskussion

Litteraturstudien gav ett brett kunskapsunderlag och det har varit en utmaning att sälla ut de egenskaper som är mest intressanta ur ett landskapsarkitektperspektiv. De design principer som litteraturstudien har mynnat ut i är ett axplock av vad som skulle kunna vara möjligt. Möjligtvis hade resultatet varit gynnat av en snävare avgränsning inom området svamp, kanske inom en specifik egenskap eller en odlingsmetod av svamp.

Även om litteraturstudien har varit en riktigt djupdykning i ett nytt ämne upplever jag resultatet som att man bara skrapat på ytan och det finns mycket mer att utforska. Med mer tid hade det varit givande att utforma en manual eller handbok på olika metoder för att etablera svamp eller kanske en guide över svampar med deras egenskaper och ståndortskriterier. Men inom ramen för kandidatarbetet så känns det rimligt med de designprinciper som presenterats. Min förhoppning är att designprinciperna ska vara intresseväckare som leder till utforskande av användning i praktiken och därmed ett vidare undersökande av hur

man kan applicera svampens egenskaper i våra utemiljöer. I och med detta så anser jag att kandidatarbetet uppfyller sitt syfte att påvisa hur svamp kan användas som växtmaterial inom landskapsarkitektur.

Resultatet visar enligt mig på lösningar som kan vara bra alternativ till konventionella metoder där vi idag arbetar mot de naturliga processerna och istället arbeta med dem. Till exempel att använda förbrukat växtsubstrat som alternativt gödsel framför mineralgödsel. Det innehåller inte mer näring men ger en jämnare tillförsel av näring och förbättrar dessutom jordstrukturen vilket kan minska behovet av att bryta torv.

Till en början hade jag hoppats på att kunna lyfta svampars blomning mer, fruktkropparnas estetiska uttryck och hur man möjligen skulle kunna implementera det i planteringar, för att få ytterligare ett material att skapa upplevelsevärden med. En sådan vinkling visade sig dock bli svår då all litteratur jag kommit över nästan enbart fokuserar på svamp som mat, svamp som skadegörare eller svampars egenskaper på ett mer kemiskt plan. Det blir inte alltid som man har tänkt sig och många andra, lite mer oväntade användningsområden har dykt upp längs vägen. Ett exempel som tas upp i litteraturgenomgången är fruktkropparnas förmåga att binda till sig tungmetaller och på så sätt kunna användas för att minska luftföroreningar i tunnlar.

Metoddiskussion

Litteraturgenomgång

Jag har valt att grunda mitt kandidatarbete på resultatet av en litteraturgenomgång. Genom att begränsa kunskapsinhämtningen möjliggjordes en djupdykning in i ett ämne som för mig var utforskat och förhållandevis nytt inom landskapsarkitekturen.

Ett alternativ som övervägdes var att genomföra intervjuer vilket hade kunnat ge en mer aktuell bild av ämnet. Valet att inte använda mig av intervju som metod grundar sig i att, inom ramen för kandidatarbetet, frigöra mer tid för en mer gedigen genomgång av den befintliga litteraturen på ämnet. I ett försök att använda så färsk kunskap som möjligt begränsades litteratur sökandet till litteratur publicerad från 2000. En nackdel med att söka kunskap inom befintlig forskning var att det mesta som är skrivet utgår från matsvamp. I ett försök att hitta information om svampars andra egenskaper har jag fått vända mig till mer naturvetenskapliga artiklar.

En utmaning har varit att begränsa mängden träffar när jag sökt efter artiklar och litteratur, därför begränsade jag mitt sökande till endast två databaser: SLU-bibliotekets databas Primo och Google Scholar, samt att jag använde mig av referenser och sökord hittade i artiklar. En nackdel med att jag valde att begränsa mig till två databaser är att jag kan ha missat andra relevanta artiklar inom ämnet. Fördelen är att det blev ett mer hanterbart litteraturunderlag och min bedömning är att det varit mer än tillräckligt för denna studie.

Valet av metod och att använda endast två databaser har varit tillräckligt för att ge svar på min frågeställning. Hade frågeställningen varit annorlunda, till exempel platsbunden så hade jag nog övervägt intervjumetoden ännu en gång.

Designprinciper

Designprinciperna har som nämns i metodkapitlet inspirerats av Fraylings (1993) "Research for art and design" vilket innebär att design utformas utifrån kunskap. Denna metod har medfört att jag, allteftersom litteraturgenomgången har gett mig kunskap, har kunnat skissa på tänkbara tillämpningar av svamp inom landskapsarkitekturen. Designprinciperna har utformats för att ge inspiration till tänkbara användningar på ett övergripande och icke plats specifikt sätt. Först var tanken att utforma en gestaltning men en nackdel med det hade varit att utformningen kanske hade blivit för plats specifik, samt att genomförandet av en gestaltning tar mycket mer tid och jag hade då inte kunnat göra en lika omfattande litteraturgenomgång inom ramen för ett kandidatarbete.

Metod slutsats

Jag anser att det fungerat bra att använda sig av metoderna i kombination. Det har fungerat att arbeta med metoderna simultant och att snabbt få ner idéer på papper utifrån den forskning som jag tagit del av och som sedan sammanställts till konkreta förslag på tillämpningar.

Litteraturgenomgången har fungerat bra som metod för att ta fram idéer på tänkbara tillämpningar och designprinciperna en bra metod att konkretisera dem men att faktiskt genomföra dessa kommer kräva vidare forskning.

Slutsatser och förslag på fortsattarbete

Svamp är ett mångsidigt och spännande material som helt klart har en roll inom landskapsarkitekturen. Svamp kan hjälpa oss att ta ett helhetsgrepp i skötseln av våra utemiljöer och skapa ett kretslopp där tillförsel av konstgjord näring, beskämpningsmedel och jordförbättrare kan minska. De möjliggör även för oss att få ut mer av våra ekologiska resurser både genom att förvandla trädgårdsavfall till mat men också genom att rena och sätta igång miljöer vi människor har skadat.

Det finns mycket som man skulle kunna fortsätta arbeta med. Något jag skulle tycka var spännande är att kartlägga svampars funktioner, växtsätt och estetiska uttryck och sammanställa en handbok för landskapsarkitekter. Man skulle också kunna undersöka ytterligare vilken roll som svamp kan spela i hållbara och regenerativa lösningar i framtidens städer.

Referenser

- Bidartondo, M.I., Read, D.J., Trappe, J.M., Merckx, V., Ligrone, R. & Duckett, J.G. (2011). The dawn of symbiosis between plants and fungi. *Biology Letters*, vol. 7 (4), ss. 574–577. DOI: 10.1098/rsbl.2010.1203
- Boyce, C.K., Hotton, C.L., Fogel, M.L., Cody, G.D., Hazen, R.M., Knoll, A.H. & Hueber, F.M. (2007). Devonian landscape heterogeneity recorded by a giant fungus. *Geology*, vol. 35 (5), ss. 399–402 GeoScienceWorld. DOI: 10.1130/G23384A.1
- Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder. 2.*, [rev.] uppl. Malmö: Liber.
- Bävernäs, D. (2018). *Daniel Bävernäs på Instagram: ”De första stegen är de mest känsliga och oförlåtande när man expanderar svampmycel. I flödesskåpet strömmar filtrerad, steril luft som... ”*. Tillgänglig: <https://www.instagram.com/p/BhUQfdHn3Bq/> [2020-03-15]
- Chang, S.T. & Wasser, S.P. (2017). The Cultivation and Environmental Impact of Mushrooms. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. DOI: <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.231>
- Das, N. (2005). Heavy metals biosorption by mushrooms. *NPR Vol.4(6) [November-December 2005]*. Tillgänglig: <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/8140> [2020-02-06]
- Frayling, C. (1993). *Research in Art and Design*. London: Royal College of Art.
- Global Footprint Network (2020). *Ecological Footprint - Global Footprint Network*. Tillgänglig: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/> [2020-03-08]
- Grimm, D. & Wösten, H. (2018). Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 102 (18), ss. 7795–7803. DOI: 10.1007/s00253-018-9226-8
- Hamnqvist, S. (2017). Svampar bryter ned föroreningar. *Sveriges Natur*. Tillgänglig: <http://www.sverigesnatur.org/aktuellt/svampar-bryter-ned-foro-reningar/> [2020-05-01]
- Ridout, M. & George Newcombe (2016). Disease suppression in winter wheat from novel symbiosis with forest fungi. *Fungal ecology*, vol. 20, ss. 40–48. Tillgänglig: <http://dx.doi.org/10.1016/j.funeco.2015.10.005> [2020-02-09]
- Stamets, P. (2005). *Mycelium running: how mushrooms can help save the world*. Berkeley, Calif: Ten Speed Press.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs & Population Division (2019). *World population prospects Highlights, 2019 revision Highlights, 2019 revision*.