

Energiaspekter på gestaltning

- Fallstudie Energihuset i Uppsala



Cecilia Andersson & Johanna Andersson

Examensarbete i Landskapsarkitektur
Institutionen för stad och land



Sveriges
lantbruksuniversitet

Examensarbete för yrkesexamen på landskapsarkitektprogrammet 2009
EX 0435 Självständigt arbete i landskapsarkitektur E, 30 hp

© Cecilia Andersson, e-post: cilaa@hotmail.com,

© Johanna Andersson, e-post: johanna_viktoria@hotmail.com

Titel på svenska: Energiaspekter på gestaltning -Fallstudie Energihuset i Uppsala

Title in English: Aspects on Energy in Landscape Architecture

Handledare: Per G Berg, Institutionen för stad och land

Extern handledare: Pär Söderblom

Examinator: Ann Åkerskog, Institutionen för stad och land

Biträdande examinator: Kristina Ehrstedt, Temagruppen Sverige AB

Foto: Författare där inte annat anges

Tryck: SLU Service / Repro. Uppsala 2009

Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>

Innehållsförteckning

Förord	7
Sammanfattning	9
Abstract	11
Introduktion	12
Mål och syfte	14
Material och metod	14
Hypotes	15
Målgrupp, redovisning	15
Avgränsning	15
Definitioner	16
Läsanvisningar	19
Litteraturstudie	21
Planering och skötsel av utemiljö	22
<i>Johanna Andersson</i>	
Mikroklimat	33
<i>Cecilia Andersson</i>	
Läplanteringar	37
<i>Cecilia Andersson</i>	
Lokalt omhändertagande av dagvatten	43
<i>Cecilia Andersson</i>	
Användning av schaktmassor	49
<i>Cecilia Andersson</i>	
Belysning	53
<i>Johanna Andersson</i>	
Gröna tak	59
<i>Johanna Andersson</i>	
Växthus	69
<i>Cecilia Andersson</i>	
Grön vägg	79
<i>Johanna Andersson</i>	
Reflektioner kring litteraturstudien	83

Fallstudie Energihuset	85
Platsen	87
Förutsättningar	88
<i>Cecilia Andersson</i>	
Analyser	94
Skuggstudie	98
Gestaltningens förslag	100
Målsättningar och funktioner	102
Utemiljö	106
Planering och skötsel	110
Mikroklimat	112
Läplanteringar	113
Lokalt omhändertagande av dagvatten - LOD	116
Schaktmassor	117
Belysning	118
Gröna tak	120
Växthus	124
Grön vägg	130
Utvärdering av gestaltungsförslaget	132
Diskussion	136
Slutsats	142
Källförteckning	144
Bilagor	

Förord

Detta examensarbete markerar slutet för våra studier vid landskapsarkitektutbildningen vid Institutionen för stad och land på SLU Ultuna i Uppsala. Som sista projekt under utbildningen har vi nu fått chansen att fördjupa oss i valfritt ämne och vårt val föll på energi och landskapsarkitektur. Ämnet och projektet Energihuset har nu följt oss under ett halvt år och vi har lärt oss väldigt mycket under den här tiden. Det har varit intensivt arbete och vi har kommit fram till ett slutresultat vi känner oss nöjda med. En anledning till att arbetet har blivit vad vi ville att det skulle bli är att vi har haft ett klockrent samarbete där vi både har drivit på varandra och haft roligt.

Vi skulle främst vilja tacka våra handledare Per G. Berg och Pär Söderblom för deras vägledning och goda råd under arbetets gång.

Vi vill också rikta ett stort tack till alla kunniga personer som vi intervjuat, rådfrågat, som har hjälpt oss ta fram information, gett synpunkter eller som på annat sätt varit till stor hjälp för oss så att vi har kunnat färdigställa vårt arbete.

Vi riktar ett tack till Christina Grusell, Tobias Emilsson och Sari Södergren för den växtkännedom ni har förmedlat och rundvandringar vi gjort i Uppsala Botaniska trädgård, på Augustenborgs botaniska takträdgård i Malmö och i Edvard Anderssons växthus i Bergianska trädgården i Stockholm.

Tack till Marika Axén vid Tema arkitekter för presentation av huset och projektet i den inledande fasen och tack till STUNS för insikt i hur projektet har förlöpt.

Vid Institutionen för stad och land vill vi tacka Sofia Sandqvist för handledning i gestaltungsarbetet och Tomas Lagerström och Tom Ericsson för informationen om växter för växthus, växter för vattenmiljöer och skötsel av grönytor.

På Universeum i Göteborg riktar vi ett tack till Lars Forsberg och Martin Skarhall som förklarade anläggningen, visade oss runt i byggnaden och gav synpunkter på drift av växthus.

För information om buller och synpunkter på vår lösning tackar vi Henrik Nagelich vid WSP i Uppsala och för samtal om ekologisk byggteknik, Varis Bokalders.

Tack Olof Öhlund för bullermätningen du genomförde åt oss och tack Ella-Klara Östling för fotona från Augustenborg.

För korrekturläsning och synpunkter vill vi tacka Henrik Eckersten vid VPE, SLU och Jan Ekswärd från LRF som engagerats via Klimatskolan.

Vi vill till sist också tacka våra familjer för råd, korrekturläsning och stöttning.

Cecilia Andersson & Johanna Andersson

Sammanfattning

Detta examensarbete har utförts vid Institutionen för stad och land vid SLU Ultuna under vårterminen 2009. Uppsatsen behandlar hur energiförbrukning kan påverkas genom gestaltning och om förutsättningarna för god gestaltning försämras när energieffektiviserande åtgärder tillämpas. Rapporten är uppdelad i en teoretiskt undersökande del och en gestaltande del där de energieffektiviserande lösningarna tillämpas. Examensarbetets målgrupp är yrkesverksamma och blivande landskapsarkitekter men också styrelsen för projektet Energihus i Uppsala.

Examensarbetet har sitt ursprung i projektet Energihus i Uppsala vilket ska resultera i en byggnad som ska bli ett centrum för energiforskningen i Uppsala. Verksamheten i byggnaden riktar sig till allmänheten för att demonstrera vad som idag sker inom forskning med anknytning till energi. Det är kring denna byggnad vi tillämpar gestaltningen som grundar sig på vår litteraturstudie. Gestaltningen utgår från energihusprojektets förutsättningar och består av fyra delar, utemiljön, ett grönt tak, ett växthus och en växtklädd vägg i utställningshallen. Det är också kring dessa fyra delar som vi bygger vår litteraturstudie. Delen om utemiljö är mer omfattande än de övriga och omfattar planering och skötsel, läplanteringar, lokalt omhändertagande av dagvatten, användning av schaktmassor, mikroklimat och belysning.

För att låta långsiktig hållbarhet genomsyra arbetet har vi valt att i både litteraturstudie och gestaltning använda oss av en utvärderingsmetod som tar hänsyn till fysiska, ekonomiska, biologiska, organisatoriska, sociala, kulturella och estetiska aspekter.

Det är viktigt med en helhetsidé för gestaltningen innan funktionerna planeras in. Det är lättare att skapa en helhet där olika lösningar passas in än att skapa en helhet av utplacerade lösningar. Det vi har kommit fram till är att energirelaterade lösningar bör behandlas på samma sätt som alla andra funktioner vid gestaltning, de kan annars lätt dominera över gestaltningen.

Vid gestaltningen av platsen har ett tydligt formspråk använts som ger platsen identitet. För att uppnå en medveten gestaltning har vi formulerat ett antal målsättningar som vi sedan följer upp i slutdiskussionen. Målsättningen är att skapa funktionella och attraktiva platser där energieffektiva lösningar demonstreras.

Landskapsarkitekter kan bidra till att skapa helhet i projekt med många delar likt Energihus i Uppsala. Landskapsarkitekter har dels träningen för att se platsens större sammanhang och genom gestaltningen finns möjlighet att binda ihop delar i en struktur.

Examensarbetets slutsats är att förutsättningarna för att skapa god gestaltning inte försämras då energirelaterade lösningar används i utemiljön. Det viktiga är att landskapsarkitekten behandlar dessa funktioner på samma sätt som övriga funktioner i gestaltungsprocessen. Det går att hitta energirelaterade lösningar för utomhusmiljön, taket och växthuset som kan bidra till husets syfte att pedagogiskt visa upp energieffektiva lösningar och samtidigt hålla en hög nivå på gestaltningen.

Abstract

This thesis has been carried out at the Department of Urban and Rural Development at SLU Ultuna during the spring semester 2009. The topic of the paper is how energy consumption can be influenced through design and if the conditions for good design decreases when solutions based on energy efficiency are used. The report is divided into one literature study and one part where energy efficient solutions are used in a design.

The thesis work has its origin in a project called “Energihus i Uppsala.” The planned building will be a center for energy research in Uppsala. The project aims to demonstrate to the public what is currently happening in research related to energy. It is around this building we will apply the design based on our literature review. The design is based on the project’s conditions and consists of four parts, the outdoor environment, a green roof, a greenhouse and a green wall in the exhibit hall. It is also around these four elements we build up our literature review.

To allow long-term sustainability to be an important part of the work we have chosen an evaluation method that takes physical, economic, biological, organizational, social, cultural and aesthetic aspects into account.

What we have come to realize when it comes to design, is that one should treat the various energy-related solutions (eg green roofs and stormwater management) in the same way as you treat all other functions in the planning of a site. We believe it is important to have an idea and concept for the design before the functions are placed.

The conclusion of the thesis is that the conditions for creating good design is not impaired by the use of energy-related solutions in the outdoor environment. What is important, however, is that we as landscape architects treat these functions in the same way as other functions when a design is shaped.

Introduktion

Under hösten 2008 fick vi förslaget att skriva ett examensarbete med fokus på uthållighet inom projektet Energihuset i Uppsala. Energihuset är ett samarbetsprojekt mellan SLU, Uppsala Universitet, Uppsala Kommun och Akademiska hus. Projektet drivs av STUNS, en stiftelse för samverkan mellan universiteten i Uppsala, stadens näringsliv och samhället. I och runt huset ska ny energiteknik som utvecklas vid de två universiteten visas upp. Huset kommer att rymma en utställningslokal men också kontor för forskare och energirådgivare. Det kommer att bli en mötesplats för allmänhet och forskare där besökare kan lära sig mer om ny energiteknik, energikällor samt sätt att sänka energiförbrukningen. Tema Arkitekter AB har tagit fram det förslag till utformning av byggnaden som vi har förhållit vår gestaltning till. Byggnaden kommer att ligga mellan Ångströmlaboratoriet och Kungsängsleden i Uppsala.

Energihuset har potential att bli hjärtat för energiforskningen i Uppsala och länken mellan spjutspetskompetensen och allmänheten. Genom att belysa de möjligheter som finns inom energianvändning och energibesparingar kan verksamheten bidra till att konstruktivt bemöta frågor om hur vårt samhälle kan anpassas klimat- och uthållighetsmässigt. (Snis, 2009-01-27) När det gäller energiutvinning är målet att då det passar visa på det i utemiljön då det nästan alltid är utomhus som det sker i praktiken. En grundläggande fråga i arbetet är hur energiförbrukning kan påverkas genom gestaltning. En annan målsättning har varit att genom gestaltning och integration av viktiga funktioner i utemiljön, i växthuset, på det gröna taket och genom den gröna väggen i huset nå en hållbar lösning för Energihuset och dess omgivning.

Examensarbetet är fristående från energihusprojektet och utifrån de förutsättningar som ges för att skapa ett gestaltungsförslag för utemiljön, växthuset och det gröna taket. Som tillägg till detta har vi även sett på möjligheten att föra in mer växtlighet i huset med hjälp av en grön vägg. Som grund för arbetet har vi undersökt olika aspekter av energiförbrukning som vi som landskapsarkitekter kan påverka. Det kan röra sig om val av teknik, material och utformning samt tillvaratagande av resurser som finns på platsen. Ambitionen i gestaltningen har varit att spegla husets innehåll.

Anledningen till att projektet Energihuset i Uppsala har påbörjats är att de inblandade parterna vill sprida kunskap om nya energikällor och energilösningar. Miljön runt och i huset ska inspirera studenter, privatpersoner, företag och organisationer att se möjligheter till att påverka klimatet genom energimedvetna val. (Nilsson 2007) För att bidra till en hållbar utveckling i samhället är detta viktiga aspekter att belysa och anledning av den rådande klimatdebatten är de energirelaterade frågor som tas upp i samband med gestaltningen mycket aktuella.

Klimatpåverkan

Forskare bekräftar idag att klimatpåverkan ligger till grund för världsomspännande förändringar i jordens atmosfär. Den förhöjda halten koldioxid och andra växthusgaser i atmosfären jämfört med naturliga variationer som forskare sett i borrhälskärnor av is visar detta. Det tycks inte heller vara fråga om en ny istid då dessa har berott på förändringar i solstrålningen och jordens bana runt solen, vilket inte är fallet idag. Istället verkar det som människans aktiviteter ligger till grund för

förändringen. Förutom att minska användningen av petroleumprodukter för att sänka koldioxidutsläppen är det också önskvärt ur ett hushållningsperspektiv. Idag uppskattas det att människan redan förbrukat 40% av världens oljetillgångar, därför måste vi finna alternativ till det för energiutvinning eller transporter. (Steffen et al. 2004) Ju ovanligare en produkt blir desto dyrare blir den. Ur ett ekonomiskt perspektiv blir det ohållbart att förlita sig på en energikälla som till slut försvinner.

Landskapsarkitektens roll

Inom landskapsarkitektens arbetsfält är utmaningen att i gestaltning tillämpa och integrera de energirelaterade lösningar som kan användas på en plats i en estetiskt tilltalande form. Landskapsarkitekten behöver också ha kunskap om vilka lösningar som är lämpliga att föreslå i det aktuella projektet. Genomförandet av särskilt uthållighetsanpassade lösningar kan kräva en stark argumentering då det ibland saknas tidigare erfarenhet av lösningen inom projektgruppen. Det är ofta lättare och ibland billigare att använda sig av mer etablerade lösningar som det finns tidigare erfarenheter av.

För att nå en energimässigt hållbar lösning krävs att alla led i projektet granskas. Det behövs en medvetenhet om vilka processer som är energikrävande, vare sig det gäller produktion av material, utformning, drift eller om det finns möjlighet till återvinning. En möjlighet för att sänka det totala energibehovet är att utforma en plats så att den får en lång livslängd och inte behöver omarbetas med jämna mellanrum. Gestaltningen är därför en viktig del i att skapa en långsiktigt hållbar plats. (Crowther 1992)

Det vi upplevt i sökandet efter information till arbetets litteraturstudie är att det till största del fokuseras på åtgärder i husets konstruktion. Den inverkan miljön runt huset eller husens placering har tas inte upp lika ofta. Ofta är litteraturen riktad till arkitekter och mycket av det som påtalas där är redan självklara för oss landskapsarkitekter såsom platsanalys ur ett landskapsperspektiv till exempel.

Mål och syfte

Efter att ha studerat den forskning och tagit del av de erfarenheter som finns ska detta sedan tillämpas i gestaltungsförslaget. Detta utifrån vad projektet har för behov inom de delar som berör landskapsarkitektens arbetsuppgifter. I litteraturstudien och vidare i gestaltningen har arbetet utgått från frågorna:

Vad är det? Hur fungerar det? Vilka är fördelarna och nackdelarna? Varför är de relevanta i och hur ska de tillämpas i Energihusprojektet?

Vår vision för gestaltningen av platsen är att utemiljön ska bli en attraktion i sig och samtidigt ge en ram åt Energihuset. Genom arkitekturen kan ett helhetstänkande tydliggöras då projektet lätt får fokus på de olika komponenterna som ska demonstreras.

Material och metod

Vårt arbete syftar till att uppnå god gestaltning med låg energiförbrukning i energihusprojektet. Genom arbetet vill vi visa på energieffektiva lösningar kring Energihuset som är estetiskt tilltalande och långsiktigt hållbara.

Arbetet är uppdelat i en litteraturstudie och en gestaltungsdel. I litteraturstudien behandlas projektets fyra delar, utemiljön, växthuset, det gröna taket och den gröna väggen. Den grundläggande strukturen på litteraturstudien innebär att samma övergripande frågor besvaras, Vad är det? Hur fungerar det? Vilka är fördelarna och nackdelarna? Fördelarna och nackdelarna är kategoriserade i en resursutvärdering enligt PEBOSCA-modellen (se definition nedan). Detta för att kunna urskilja kvalitéer och brister ur ett uthållighetsperspektiv. I gestaltungsförslaget tillämpas de kunskaper vi har tillägnat oss i litteraturstudien och målet har varit att samtidigt uppnå god gestaltning. I arbetets slutskede genomfördes en övergripande utvärdering av gestaltningen utifrån PEBOSCA-modellen.

Eftersom vi är två personer som skriver har vi delat upp teoridelen mellan oss. Detta för att en individuell prövning av vårt arbete ska kunna ske. Vilken person som har skrivit de olika delarna redovisas i innehållsförteckningen. Gestaltningen genomfördes tillsammans eftersom förslaget då blir starkare genom samarbete och diskussion.

För att inleda arbetet samlade vi så mycket information som möjligt om de olika delarna som skulle studeras. Relevant litteratur inhämtades i böcker, publicerade rapporter och examensarbeten, produktinformation samt genom intervjuer. När det gäller information från företag har vi förhållit oss särskilt kritiska då de ofta främst framhäver fördelarna mer än de svagheter som finns gällande deras produkter eller arbetsområde. Antingen har vi försökt bekräfta den information vi hittat med ytterligare källor eller använt det som vägledande upplysningar.

För att komplettera information från litteraturstudien har studiebesök genomförts och vi har pratat med sakkunniga. De har då antingen bekräftat eller avvisat de teorier vi haft. Dessutom har det då funnits möjlighet att finna nya infallsvinklar och lösningar som har tagit oss vidare i projektet.

Under arbetets gång har vi gjort studieresor till Malmö, Göteborg och Stockholm samt studiebesök i Uppsala för att prata med experter och se exempel inom några ämnen. I Malmö besökte vi Augustenborgs botaniska takträdgårdar och träffade

Tobias Emilsson som har doktorerat inom extensiva gröna tak i Sverige. I Göteborg besökte vi Universeum och träffade Lars Forsberg och Martin Skarhall som jobbar med driften av anläggningen. Vi besökte också Trädgårdsföreningens växthus i Göteborg. I Stockholm har vi tittat på växtklädda väggar hos Tema arkitekter och på advokatbyrån Mannheimer Swartling. Vid besök på Edvard Anderssons växthus i Bergianska trädgården i Stockholm berättade trädgårdsmästare Sari Södergren om lämpliga växter för växthuset och om drift av anläggningen. Samma ämnen diskuterades med Christina Grusell, trädgårdsmästare i Tropiska växthuset i Uppsala Botaniska trädgård. Bullerfrågor togs upp med Henrik Nagelitsch på WSP Uppsala.

Den inventering som genomfördes tidigt i projektet har varit grundläggande för att förstå platsens förutsättningar. Utifrån denna har platsen analyserats utifrån målpunkter, stråk, barriärer, rörelsemönster och visuell kontakt. Utöver detta har en swot-analys genomförts (se definition nedan) och skuggförhållandena på platsen har studerats genom en 3D-modellering. Platsens geologiska och hydrologiska förutsättningar har bedömts utifrån jordartskartan och tidigare genomförda geologiska undersökningar inför anläggningen av Ångströmlaboratoriet. En vägledande bullermätning genomfördes också med hjälp av Olof Öhlund, student med inriktning på meteorologi och bullernivåer, för att vi skulle få en uppfattning om ljudsituationen på platsen.

Inför gestaltningen arbetades ett program för de olika funktionerna fram. Både de funktioner som fanns på förslag från projektgruppen för Energihuset och sådan vi ansåg kunde vara lämpliga att ha med. För att nå den slutgiltiga gestaltningen genomfördes tidskisser för att finna en övergripande gestaltning av platsen. Förslaget har sedan förfinats och detaljstuderats. Med stöd av den kunskap som litteraturstudien gav samordnades de olika funktionerna i gestaltningen. För att säkerställa den långsiktiga hållbarheten utvärderades resultatet av gestaltningen med PEBOSCA-modellen.

Hypotes

Vi tror att det går att hitta energirelaterade lösningar för utomhusmiljön, taket och växthuset som kan bidra till husets syfte, att pedagogiskt visa upp energieffektiva lösningar och samtidigt hålla en hög nivå på gestaltningen.

Målgrupp, redovisning

Arbetet riktar sig till yrkesverksamma projektörer och planerare samt blivande landskapsarkitekter som är intresserade av frågor som rör uthållighet, energi och gestaltning. Styrelsen för Energihuset är en målgrupp då de har intresse av idéer för sitt fortsatta arbete.

Examensarbetet är anslutet till Klimatskolan. Detta är ett projekt som bedrivs av Lantbrukarnas Riksförbund och SLU för att uppmuntra projektarbeten som berör klimatfrågor.

Avgränsning

Litteraturstudiens delar undersöks utifrån ett brett och översiktligt perspektiv. Informationen ska presenteras informativt och tillräckligt omfattande för att läsaren ska få en grundkunskap som räcker för att kunna föreslå dessa lösningar.

Avgränsningen för området som har gestaltats har vi själva satt. Några tydliga ekonomiska begränsningar finns inte eftersom projektet är i ett så tidigt skede och i nuläget är idéer och lösningar mest intressant.

PEBOSCA-modellen används som ett stöd och en checklista för att säkerställa aspekterna för hållbar planering/gestaltning.

Förslaget presenteras genom illustrationsplaner men utan tekniska ritningar. Förslaget förtydligas genom sektioner, perspektiv, illustrationer och foton.

Definitioner

Uthållighet

Enligt Bruntlandrapporten "Vår gemensamma framtid" framtagen 1987 vid WCED (World Commission on Environment and Development):

"En hållbar utveckling ska tillfredsställa vår generations behov utan att förstöra möjligheterna för kommande generationer att tillfredsställa sina". (fritt översatt efter Berg s. 11, 2009)

Klimatförändring

Enligt FCCC:s (Framework Convention of Climate Change) användning:

"En förändring i klimatet vilket direkt eller indirekt kan härledas till mänsklig aktivitet som förändrar sammansättningen i jordens atmosfär utöver normala variationer i klimatet som kan uppmätas under jämförbara tidsperioder". (IPCC glossary "climate change", s. 4, <http://www.ipcc.ch> 2009-05-02)

PEBOSCA-modellen

Ett ramverk för hållbarhetsanalys utvecklat utifrån FN:s habitat-agenda från 1996. Modellen utgår från sju kategorier av resurser som alla behöver fungera för att en uthållig samhällsutveckling ska vara möjlig. Modellen kan användas i planeringen av både storskaliga och mindre projekt. De sju resurserna är de fysiska, ekonomiska, biologiska, organisatoriska, sociala, kulturella och estetiska (Physical, Economical, Biological, Organisational, Social, Cultural, Aesthetic).

Nedan följer en lista på vad de olika resurserna kan vara för något.

Fysiska resurser:

Vatten, luft, energi, jord och material.

Ekonomiska resurser:

Investeringar såsom vägar och bebyggelse, kunskap och tjänster.

Biologiska resurser:

Ekosystem och biotoper i naturliga och kulturellt formade landskap.

Organisatoriska resurser:

Planer, lagar, infrastruktur, tillgång till service.

Sociala resurser:

Kommunikation, relationer och samarbeten, hälsa och tillstånd i samhället.

Kulturella resurser:

Kunskap om platsens historiska och kulturella sammanhang, konst och traditioner.

Estetiska resurser:

Det som upplevs med sinnen och påverkar intrycket av platsen.

(Berg 2009)

SWOT-analys

Ett analysverktyg som används för att undersöka en plats styrkor, svagheter, möjligheter och hot (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats). Metoden är även vanlig inom andra områden, exempelvis marknadsföring. (Kotler et al. 2002)

Decibel, dBA

Ekvivalent ljudnivå som anger medelvärdet från trafikbuller under en tidsperiod. Oftast är tidsperioden för en mätning ett dygn. (Åkerlöf & Byman 1998)

Läsanvisningar

Examensarbetet är uppdelat i tre större delar och efter dessa förs en diskussion som resulterar i en slutsats.

Litteraturstudie

Den här delen är en litteraturstudie där ett antal olika energirelaterade ämnen/ lösningar som är relevanta för landskapsarkitekten har undersökts. Den här delen kan med fördel användas för att få en allmän uppfattning och bakgrundskunskap. Teoriavsnitten kan också användas som en enklare handbok eller uppslagsdel. Behövs djupare kunskap kan lästipsen som finns i slutet av varje avsnitt vara till hjälp. PEBOSCA-utvärderingen sammanfattar ämnets för- och nackdelar. Det finns en gemensam struktur på texterna i litteraturstudien. Först presenteras en bakgrund för ämnet och efter det beskrivs tillämpning av lösningar. Avsnittet avslutas med en utvärdering med ett hållbarhetsperspektiv enligt PEBOSCA-modellen. Utvärderingen kan ses som en sammanfattning och överblick där vi tar upp de viktigaste funktionerna.

Platsen

Här presenteras platsen i sitt sammanhang. Hur den ligger i förhållande till staden, dess geologi och hydrologi samt vind- och bullersituation. En närmare analys av platsen har också genomförts.

Gestaltningförslag

Här visas förslagen för utemiljö, grönt tak, växthus och den gröna väggen. Det förs också en diskussion om varför och hur vi tillämpar tekniken.

Diskussion

Denna del innehåller reflektioner över det arbete som genomförts och hur det har fortlöpt.

Slutsats

Här sammanfattas det vi har kommit fram till.



Litteraturstudie

En av anledningarna till att göra ett examensarbete om energirelaterade lösningar och gestaltning var att vi saknade kunskap och överblick över vilka lösningar som finns att tillgå för landskapsarkitekten. I teoridelen av arbetet har vi valt att göra en relativt grundlig genomgång av ett antal utvalda ämnen. Vi har valt ämnen främst utifrån vad som är relevant i projektet Energihus i Uppsala och lösningarnas energieffektivitet. Ämnen som är särskilt valda efter det här projektet är växthus och gröna väggar medan lokalt omhändertagande av dagvatten och planering för låg skötselnivå är ämnen som ofta kan komma till användning för landskapsarkitekten.

Texternas detaljeringsnivå utgår ifrån att läsaren ska få en grundkunskap i ämnet. Det som har eftersträfvats är att informationen ska vara tillräckligt omfattande för att läsaren ska inspireras till att föreslå liknande lösningarna i andra projekt.

Litteraturstudiens avsnitt är:

- Planering och skötsel av utemiljö
- Mikroklimat
- Läplanteringar
- Lokalt omhändertagande av dagvatten
- Användning av schaktmassor
- Belysning
- Gröna tak
- Växthus
- Grön vägg

Bilderna representerar de olika kapitlen: 1. Mikroklimat 2. Gröna tak 3. Lokalt omhändertagande av dagvatten 4. Planering och skötsel 5. Planering och skötsel 6. Belysning 7. Grön vägg 8. Växthus 9. Schaktmassor 10. Planering och skötsel 11. Mikroklimat 12. Läplanteringar

Planering och skötsel av utemiljö

Bakgrund

Det finns ett antal aspekter som balanserar mot varandra när det gäller den långsiktiga hållbarheten för ytor utomhus. Det är exempelvis användningen av maskiner, antalet arbetstimmar, transporter, beständighet på långsikt och miljöhänsyn. Det skulle bli en alltför enkelsidig bild om förbrukad energi, det vill säga mängden förbrukat drivmedel, var det enda som togs hänsyn till vid bedömning hållbarheten. Detta är något som återkommer både i texterna om hårdgjorda material och de om skötsel och planering av ytor med växter.

Utformning

Hårdgjorda ytor

Det finns många material att välja mellan för hårdgjorda ytor. De faktorer som bör övervägas är hur energiintensiv framställningen av materialet är, om det går att återvinna eller om det är gjort av återvunna produkter. Materialets hållbarhet, om materialet har ett distinkt eget uttryck eller om det kan ersättas med något annat liknande är andra frågor som bör vägas in. (Crowther 1992)

I boken *Landscape and sustainability* gör författarna en checklista över aspekter som bör tas hänsyn till vid val av material för långsiktigt hållbar gestaltning:

- Maximera användandet av förnyelsebara resurser
- Använd material som finns tillgängliga lokalt
- Använd natursten
- Välj material med passande robusthet och hållbarhet
- Minimera användandet av material med miljömässigt dåliga egenskaper
(Fritt översatt. Benson & Roe 2007)

Det är ofta svårt att som arkitekt göra miljö- och energimedvetna materialval. Det är många tillverkare som aspirerar på att deras material är det mest långsiktigt hållbara alternativet. Betongindustrin hävdar att betong är ett uthålligt val eftersom det kan tillverkas av avfallsprodukter och har ett lågt energiinnehåll. Skogsindustrin tycker att trä är hållbarast eftersom det är en förnyelsebar och naturlig produkt. Stålintustrin tycker det samma om stål eftersom det kan återvinnas effektivt. (Lomite & Kare 2009)

För att kunna göra rättvisa jämförelser mellan olika materials miljöpåverkan finns olika metoder. Den metod som är mest erkänd och använd är livscykelanalyser, Life Cycle Assessment (LCA). I en livscykelanalys undersöks produktens miljöpåverkan i alla steg av dess livslängd, från obearbetad råvara till avfall och möjlig återvinning. Det finns dataprogram framtagna för att designers och konstruktörer ska kunna jämföra olika produkters miljöpåverkan. Under arbetets gång undersöktes ett av dem, BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability) som är ett program framtaget av National Institute of Standards and Technology i USA. (Lomite, Kare 2009) Programmet är mest fokuserat på byggnader men även en del utomhusmaterial som asfalt, betong och gödselmedel finns med. Det användaren kan få fram av programmet är

främst jämförelser av olika materials miljöpåverkan men också ekonomiska jämförelser. Parametrarna som användaren anger är hur långt materialet kommer transporteras och hur viktig miljöpåverkan är i förhållande till den ekonomiska värderingen. Resultatet redovisas i ett antal diagram och värden som kan jämföras. Programmet skulle behöva ha mer material/kategorier som var anpassade för utemiljö för att vara riktigt användbart. Idén är ändå intressant och kan utvecklas.

Vanliga material på hårdgjorda ytor

Här följer en mycket enkel sammanställning över framförallt energiåtgång och möjlig klimatpåverkan för några vanliga material. Det bör i detta sammanhang tilläggas att källmaterialet har varit ojämnt. För vissa material finns det närmare studier medan det för andra inte har funnits någon användbar sammanställning.

Asfalt

Asfalt består av bitumen, en produkt baserad på fossil olja, och stenkross. Användandet av fossila produkter bör alltid övervägas men det finns goda möjligheter att återvinna asfalt idag. Antingen sker det direkt på plats när ny asfalt läggs eller i så kallade blandningsverk. (Westergren 2004) Klimatmässigt är dock asfalt betydligt bättre än betong vid en jämförelse med hjälp av LCA (BEES 4.0). För att undvika skador av ogräs på asfalten är det bra att använda sig av en stenkant mot gräs eller plantering och dessutom en geotextil mellan stenen och vegetationen. Det är också viktigt att underbyggnaden görs ordentligt för att ytan ska stå sig länge. (Holm 2008)

Grusytor

Vi har inte funnit någon källa som berättar om grus och stenmjöls klimatpåverkan. Vi antar att påverkan är begränsad då det inte krävs några höga bearbetningstemperaturer eller frigörs koldioxid i någon process, dock sker siktning eller krossning med maskiner som troligen drivs av fossilt bränsle. Andra aspekter är att naturgrus är en ändlig resurs och att grustag bildar sår i landskapet.

På grus är slitaget avgörande för problemen med ogräs. En metod för att få mindre ogräs är att använda större fraktioner på gruset vilket gör att markytan blir torrare och alltså ogynnsammare för vegetation. Problemet med detta är dock att framkomligheten på ytan blir sämre. För ogräsbekämpning på större grusytor kan en harv med skyffeljärn användas och på mindre ytor ett skyffeljärn på skaft för att få bort ogräset för hand. (Ibid)

Betong

Betong består av bergmaterial, cement (framställs av kalksten och lera) och vatten (<http://www.betong.se> 2008-03-02) och kan användas till plattor, marksten och i platsbyggnadskonstruktioner. Materialet kan vid rivning återanvändas som fyllnadsmaterial i exempelvis vägar och väggar (Boverket 1999). Den stora nackdelen med betong är att produktionen av cement är mycket energikrävande då materialen måste upphettas till 1450° C. Tillverkningsprocessen frigör också gaser, bland annat koldioxid. Cementproduktionen i världen beräknas stå för cirka fem procent av de totala utsläppen av koldioxid orsakade av människor. (<http://www.enviroliteracy.org> 2009-04-08) Ytterligare en aspekt är att bergmaterialet måste utvinna vilket kräver energi.

Stål

Stålets stora fördel är att det kan återvinnas gång på gång utan att materialet försämras. Detta gör att mindre ny råvara förbrukas. Det går dock åt mycket energi för att framställa eller återvinna produkten eftersom stålverk kräver mycket fossila bränslen. (Lomite & Kare 2009)

Natursten

När det gäller natursten har vi inte hitta några konkreta uppgifter om klimatpåverkan. I boken *Landscape and sustainability* (Benson & Roe 2007) rekommenderar författarna att natursten används. Den främsta fördelen är materialets långa livslängd som kan väga upp energiåtgången när stenen förädlas. Stenbelagda gator och torg kan stå sig i sekler. Ur klimatsynpunkt ska stenen vara lokalt bruten och inte fraktas långt med tanke på hur tung sten är att förflytta. Välj därför lokalt bruten sten istället för sådan som har transporterats lång sträcka. I ett långsiktigt perspektiv påverkas landskapet där stenen bryts och denna påverkan blir permanent.

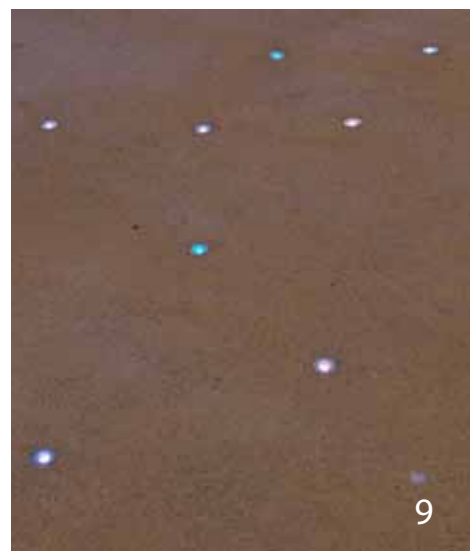
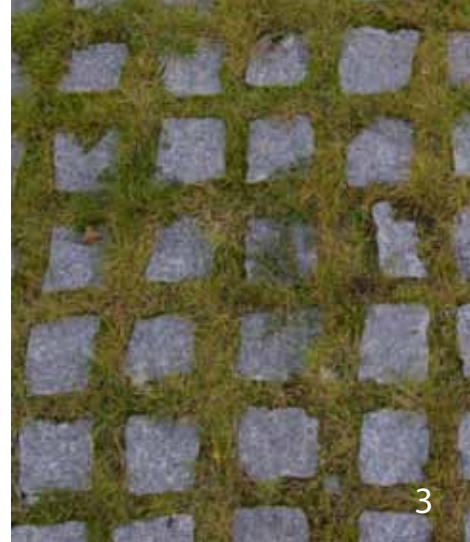
Skötsel av hårdgjorda ytor

Hur lätt det är för ogräs att etablera sig är en viktig aspekt för att anläggningen ska se bra ut med rimlig mängd skötsel. Detta bör beaktas när hårdgjorda ytor planeras. Ju större slitage från fotgängare och fordon det är på en yta desto mindre blir problemen med ogräs. Vid anläggandet av hårdgjorda ytor är det viktigt att man i underbyggnaden använder sig av geotextil för att slippa att rotogräs etableras redan från början. Geotextilen ska vikas upp i kanterna. Man kan också se till att omgivande gräsmattegräs är av sorter som saknar utlöpare och därför inte lika lätt "klättrar in" på ytan. (Holm 2008)

När plattytor ska anläggas är det viktigt att tänka på att ju mindre plattor eller marksten som används desto fler fogar blir det för ogräset att slå rot i. Då fogarna är mycket smala kan det dessutom vara svårt att fylla upp fogarna med fogmaterial vilket gör att ogräset lättare kan slå rot. Därför passar små plattor eller markstenar bäst på ytor med högt slitage. För att undvika fröogräs i fogar kan hårda fogmaterial användas, detta bara på ytor utan tyngre trafik. Detta är ännu relativt nytt och erfarenheter om hur det klarar åldrande och nordiskt klimat med tjäle och frost finns ännu inte. Ett annat sätt att hantera fogarna är att helt enkelt planera in tramptålig vegetation i dem och se vegetationen som en del av beläggningsmönstret. (Ibid)

Ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor kan med fördel ske genom termisk bekämpning istället för med kemiska bekämpningsmedel. Termisk bekämpning innefattar flamning, hett vatten eller ånga. Ogräsättika är ett annat alternativ som används på hårda ytor liksom mekanisk bekämpning för hand eller med maskiner. (Schroeder, Fakta Trädgård-Fritid 2000) För att inte skapa grogrund för ogräs ska organiskt material avlägsnas innan det börjar multna (Holm 2008).

Markmaterial: 1. Betongsten 2. Röd kalksten 3. Smågasten med breda fogar 4. Trä 5. Natursten 6. Granithållar 7. Smågasten, betongplattor och stål 8. Singel 9. Platsgjutet betong med infälld belysning 10. Asfalt 11. Glaskross 12. Betongplattor



Gräsytor

Vid skötsel av gräsmattor och större parkytor krävs det användning av diverse maskiner i förvaltningen. Den största miljöpåverkan inom skötsel av grönytor står maskinanvändning för genom energiåtgången men också kemikalieanvändningen är en väsentlig miljömässig aspekt. Behoven av skötsel och framförallt gräsklippning varierar mycket beroende på vilken typ av yta som önskas. För gräsklippningen på en intensivt skött prydnadsgräsmatta går det åt cirka fyra gånger så mycket bränsle som för en bruksgräsmatta och 40 gånger så mycket som på en extensivt skött ängsyta som slås 1-2 gånger per år. Det första planerare eller förvaltare bör tänka över är alltså fördelningen av skötselintensitet på ytorna. Principen bör vara att satsa mest på mindre ytor på strategiska platser. (Degerman, Gröna Fakta 1999)

På vissa platser kan det passa att ersätta gräsmattor med någon annan yta till exempel en större vattenspegel eller buskplantering. Dessa ytor kräver också skötsel men buskplanteringar har betydligt färre skötseltillfällen per år och en damm kan vara lämpligt om vatten skulle vara ett bidrag till miljön. (Ibid) Skötselnivån på en damm är mycket beroende av utformningen och vilka krav som ställs på utseendet. Kan dammen exempelvis innehålla en del alger utan att det stör kan skötsel nivån minskas. (Ericsson 2009-03-25)

Andra faktorer som bör tänkas över för att begränsa bränsleåtgången är om det går att minska transportsträckor mellan ytor genom bättre planering, om det finns möjlighet att minska antalet klippningar eller minska den totala arealen (Degerman, Gröna Fakta 1999). Antalet klippningar per säsong kan påverkas på flera sätt. Vid planering av en gräsyta kan mer svagväxande sorter väljas, gräset kan klippas något högre och gödselgivan kan minskas. Om marken är näringsrik räcker det oftast med grüngödsling, alltså att gräsklipppet lämnas kvar och får multna på plats. (Holm 2008)

En viktig aspekt vad det gäller mängden och typen av utsläpp från parkskötsel är vilken typ av maskiner som används. Helst ska de drivas på förnyelsebart bränsle såsom RME (en form av rapsolja), etanol, biogas eller förnyelsebar el. Fyrtaksmotorer bör ersätta tvåtaksmotorer då de ger betydligt lägre och mindre hälsofarliga utsläpp. (Degerman, Gröna Fakta 1999) Alkylatbensin (typ Aspen) är annars ett alternativ som minskar utsläppen av kolväten med 90 % (Tell 2007). Eftersom cirka 76 % av Sveriges parkmark (exkluderat naturmark) är gräs kan förvaltaren tjäna mycket både miljömässigt och ekonomiskt på att sköta sina gräsmattor genomtänkt (Degerman, Gröna Fakta 1999).

Planteringsytor

En åtgärd för att minska transporterna inom parkskötsel är att ta hand om det organiska avfallet på plats genom att sönderdela eller kompostera det och sprida på planteringsytor. Detta förbättrar också jordkvaliteten och minskar behovet av gödsling vilket vi återkommer till längre fram i texten. Är det sly det handlar om kan det flisas och användas i värmeverk, något som har gjorts framgångsrikt i Lund. (Ibid) Ogräs som rensats bör dock värmekomposteras innan det sprids för att inte sprida ogräs i planteringsytor.

Grundläggande för att skapa fungerande planteringsytor med rimliga skötselkrav är att använda växtmaterial som klarar hårdigheten med marginal, inte drabbas av sjukdomar och är väl anpassade för det aktuella läget. Rätt växt på rätt plats gör att det som har planterats klarar sig bra i konkurrensen mot ogräset. Eftersom

ogräs uppstår överallt där det finns bar jord så bör den öppna ytan planteras så att den täcks, gärna med marktäckare som grund. För att minska problemet med ogräs bör rensningen komma igång tidigt på säsongen. Genom att inte riva upp jorden mer än vad som behövs vid rensning undviks att nya ogräsfrön börjar gro. (Holm 2008)

Gällande gödsling av planteringsytor ska planteringsytorna för det första inte "städas" för noga utan det organiska materialet får återföras till marken. Detta gynnar jordens mikroliv som bryter ner material så att växterna åter kan ta upp näringsämnen (mineralisering). När organiska gödselmedel såsom stallgödsel används höjs andelen organiskt material i marken. Därmed ökar mängden material som mikroorganismer kan bryta ner och på så sätt frigörs näringsämnen till växterna. Används mineraliska gödselmedel, exempelvis NPK, är det särskilt viktigt att det befintliga organiska materialet inte städas bort för att mikroorganismerna ska trivas. Om för mycket organiskt material förs bort utarmas markens mikroliv på sikt och markens struktur försämrar. Andelen organiskt material spelar alltså stor roll för hur väl gödslingen fungerar. (Ericsson, Hemträdgården särtryck 2007-2008) Den nackdel som finns med att lämna kvar mycket organiskt material är att en del skadedjur som exempelvis sniglar kan trivas bättre (Ericsson 09-03-25).

Vid användning av mineraliska gödselmedel finns det skillnader i klimatpåverkan beroende på hur moderna tillverkningsmetoder man använder. Detta har vi inte studerat närmare här.

Skötsel för olika typer av planteringsytor

Buskar och naturlika planteringar

Grov städning räcker och löv kan gärna ligga kvar eller tillföras, helst sönderdelade.

Perenner

Vid anläggandet är det mycket viktigt att bli av med rotagräsen genom att byta ut jorden eller täcka den. Detta är viktigt eftersom rotagräs är svåra att bli av med. För att undvika användning av kemiska bekämpningsmedel och för att perennerna ska kunna etableras snabbt är det viktigt att göra ett ordentligt förarbete. När det gäller större perenner kan täckning av marken mellan plantorna göras för att slippa en del ogräs. På hösten ska perennerna vissna ner för att på våren kunna sönderdelas med trimmer. Det blir bra långsiktig gödsling och det behövs därmed mindre ytterligare gödsling. (Holm 2008) Tom Ericsson docent i ekologi och miljövard vid institutionen för stad och land, SLU Ultuna har under lång tid forskat på gödselmedel. Det han främst förespråkar är en kontinuerlig tillförsel av näringsämnen under växtsäsongen, gärna genom droppbevattning, då detta liknar naturens sätt att förse växterna med näring. När det gäller perenner i offentlig miljö är det lämpligt att gödsla en gång på våren med ett fast gödselmedel och sedan vid behov igen vi midsommar men då helst med näringslösning. Han förespråkar också att visuell observation används i högre grad för att läsa av växterna när det behövs extra näring. (Ericsson 2009-03-25)



Sommarblommor

Sommarblommor används flitigt för att pigga upp våra stadsrum och parker. Produktionen av sommarblommor sker i växthus och uppvärmningen av dessa konsumerar energi. Mängden energi som förbrukas beror på växthuset och vad det har för uppvärmningskälla avgör vilka utsläpp det orsakar. För att komma till sin rätt kräver sommarblommor mycket skötsel. Det krävs mer gödsel för sommarblommor än för andra planteringar eftersom blommorna tas bort på hösten och jorden då urlakas under vintern. Vid användning av sommarblommor bör det satsas på färre men mer påkostade planteringar istället för många små. (Holm 2008)

Odling av nyttoväxter

Det som energimässigt vore betydligt lönsammare än prydnadsplanteringar skulle vara om vi odlade mat i planteringsytorna. På detta sätt kan vi spara in en mängd transporter och annan energi som går åt i leden mellan ”jord och bord”. Detta är inte lätt genomförbart i ett projekt i offentlig miljö som Energihuset men många har en trädgård eller kolonilott där odling av mat är möjlig. Givetvis är det svårt att på så sätt bli självförsörjande på mat men en stor del av sitt årliga behov av grönsaker och rotfrukter kan tillgodoses även på en mindre yta. (Berg 2009)

Odling i staden är ett aktuellt ämne som dyker upp i olika framtidsvisioner om en hållbar stad. Idealet om egen odling i staden är dock inte något nytt utan var en av idéerna bakom idealet trädgårdsstaden som uppstod redan i början av 1900-talet. Stadsodlingens renässans idag kommer troligen av flera orsaker såsom att städerna kräver mycket stort omland för sin försörjning och att jorden har en växande befolkning med allt fler munnar att mätta. Klimatförändringen har dessutom fått oss att fokusera på att minska våra koldioxidutsläpp och därmed också energianvändningen. Städer skulle kunna bli mindre sårbara för framtida förändringar om de delvis försörjde sig själva med mat. För många skulle det också vara ett välkommet tillskott till hushållsekonomin med ett trädgårdsland och att arbeta utomhus upplevs av många som avstressande. (Ibid)

Några som länge arbetat med att skapa små ”matnyttiga” ekosystem är Permakultur-rörelsen. Begreppet permakultur står för permanent agriculture och myntades i Australien på 70-talet av Bill Mollison och David Holmgren. År 1981 fick Bill Mollison det alternativa nobelpriset Right Livelihood Award för sina idéer. Huvudtanken i rörelsens filosofi är att planera odlingar med naturliga ekosystem som förebild och på så sätt skapa växtproduktion som kräver lite skötsel i förhållande till avkastning. Ekosystemens naturliga funktioner utnyttjas så långt det är möjligt helt enkelt. Särskilt framgångsrika har de varit i förstörda eller mycket torra jordar där de genom olika metoder skapa grönskande odlingar. Det är en möjlighet i många utvecklingsländer där jordar brukats alltför kortsiktigt. (<http://www.permakultur.se> 2009-04-03)

Växmaterial: 1. Gräsmatta 2. Buskplantering, Salix 3. Buskplantering i trafikmiljö 4. Stor planteringsyta i Trädgårdsförening i Göteborg 5. Buskplantering 6. Sommarblommor 7. Vårloksplantering Uppsala 8. Perennplantering 9. Köksträdgård 10. Mobil köksträdgård av Monika Gora, Göteborgs lustgårdar 2008

Lästips

Optimalt ekologiskt, examensarbete av Johanna Holm

Permakultur i ett nötskal av Patrick Whitefield

Landscape and sustainability av Benson & Roe

Utvärdering

P – Fysiska resurser

Val av material är en del där mängden energi som förbrukas kan påverkas. De aspekter som bör beaktas är energiåtgång vid framställning, om materialet går att återvinna, materialets livslängd, materialets utseende när det åldras och om det finns något annat material som kan ersätta med motsvarande upplevelsevärde.

Genom att använda material som är anpassade för platsens nivå på slitage kan en anläggnings förutsättningar att se bra ut under lång tid förbättras.

E – Ekonomiska resurser

Genom att välja material, växter och anläggningsmetoder noggrant kan en anläggnings hållbarhet påverkas. Ofta är det värt en något högre investeringskostnad för att få en bättre kvalitet. När en anläggning uppförs är det mycket viktigt att skötselkostnader planeras in. En dåligt skött anläggning står sig dåligt och tappar snabbt i attraktivitet. Detta upplevs ofta som ett slöseri med investerade pengar.

En ekonomisk resurs kan vara att ta tillvara det som finns på platsen istället för att ersätta alla befintliga material och växter med nya.

B – Biologiska resurser

Om planteringsytor inte städas för mycket kan ett rikare biologiskt liv som förbättrar jorden gynnas. Risker som tas är att också skadedjur som exempelvis sniglar trivs bättre.

Ett bra grundarbete vid anläggandet av ytor och planteringar kan minska behovet av bekämpningsmedel. Planeringen av växtplanteringar är också avgörande för det kommande behovet av ogräsbekämpning och annan skötsel.

O – Organisatoriska resurser

Samordning av transporter mellan ytor vid gräsklippning eller annan skötsel kan ibland minska transporterna. Antalet tillfällen för gräsklippning per år bör ses över.

S – Sociala resurser

Välskötta utemiljöer ger ett trevligare intryck och välkomnar till utevistelse.

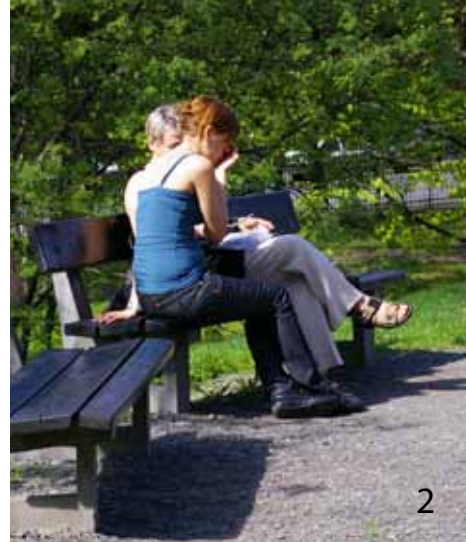
C – Kulturella resurser

Attraktiva utemiljöer ger goda förutsättningar för utevistelse och arrangemang av olika typer utomhus. Planteringar kan också ses som kulturella och konstnärliga inslag i den offentliga miljön.

A – Estetiska resurser

Utemiljöer som ger ett omskött intryck kan vara en njutning för många sinnen. Skötsel är en viktig faktor för att den gestaltning som en gång planerades kommer till sin rätt också i fortsättningen. Exempel finns när anläggningar inte skötts och därför är nedgångna innan växtligheten ens har växt upp och kommit till sin rätt.

Platser där naturresurser bryts eller material framställs förändras och sår i landskapet kan uppstå.



Mikroklimat

Bakgrund

Mikroklimat kan definieras som:

”Klimatet på en utvald plats, kopplat till dess skala” (fritt översatt efter Motloch s. 351, 2001).

När det talas om ett gott mikroklimat syftar det oftast på en plats där klimatet är betydligt behagligare än i landskapet runt omkring. Ett gott mikroklimat är för vissa växter viktigare än klimatet i övrigt. Detta gäller främst perenna växter vars hårdighet inte ges av i vilken zon de planteras. Vedartade växters hårdighet är i större grad knuten till i vilken klimatzon de planteras. Ett gott mikroklimat kan också vara svalka i form av skuggning eller en lätt bris medan skuggiga och blåsiga platser inte anses ha ett gott mikroklimat. Faktorer som påverkar mikroklimatet är platsens läge, i vilket väderstreck den ligger, solexponeringen, vindförhållandena och luftfuktigheten. Enligt Håkan Fogelfors, stadsagronom vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala kan rätt mikromiljö i trädgården göra skillnad på två klimatzoner (Baltscheffsky 2007-07-92).

Ett gott mikroklimat kan förbättra möjligheten för växter att överleva på en plats och det ger större möjlighet för människor att vara utomhus och njuta av platsen. En bra balans mellan sol och skugga och mellan vind och lä gör förutsättningarna bättre för att människor ska vilja vistas där. För att skapa en behaglig plats krävs ofta mer än ett gott mikroklimat, exempelvis att det inte finns irriterande ljud, att det finns en intressant utsikt att titta på eller ett behagligt underlag att vistas på. I Sverige anpassar vi platser för att de ska bli varmare och kallar det ett gott mikroklimat medan det i södra Europa kan vara att skapa skuggade platser att svalka sig på.

Användning

Vatten

För att skapa en behaglig miljö när luftfuktigheten är låg och det är varmt är det bra att ha en damm. Då det krävs mer energi för att förändra vattnets temperatur än luftens har vatten en utjämnande effekt på klimatet. Vattnet förblir varmt när lufttemperaturen sjunker och avdunstar när det är varmt ute vilket har en avkylande effekt (Persson s. 29, 1998).

En damm har en svalkande effekt under varma sommardagar då vinden har möjlighet att blåsa över den. Då transporteras den svalare avdunstade luften bort. Om uteplatsen placeras i vindriktningen bakom dammen kommer vattnets avdunstning göra den svalare. Ljudet från porlande vatten kan maskera störande ljud från exempelvis trafik och är behagligt att titta på (Motloch 2001).

Goda mikroklimat: 1. Gunga i skugga under träd 2. Solig bänk om våren 3. Park med bänkar i sol och skugga i Bordeaux, Frankrike 4. Utomhusscen i Ransäter 5. Parkmöbel i söderläge med berghäll bakom 6. Vattenkälla i stadsmiljö, Frankrike 7. Vatten som svalkar 8. Halvskuggiga sittplatser under parkträd

Växtlighet

Träd och buskar är mycket viktiga för att skapa ett behagligt mikroklimat. Lövträd är speciellt värdefulla eftersom de skuggar under sommaren då det behövs som mest. Under vår och höst då solens värme behövs för ett gott mikroklimat är träden avlödade och tillåter större solexponering. Skuggan från träden är mycket värdefull, speciellt på platser i söderläge som sommartid kan bli outhärdligt varma. Är träden planterade i större grupper eller bälten kan de fungera som läplanteringar. Ett mindre antal träd utan större undervegetation skulle kunna öka vindens acceleration under trädkronorna och på så sätt påverka mikroklimatet så att det blir mer vindutsatt (Motloch 2001).

Markmaterial

Valet av markmaterial påverkar mikroklimatet. Tunga material med hög densitet har förmåga att binda värme bättre än lättare material. Det gör att de bättre kan värma luften kring dem när solen gått ner jämfört med lättare material (Bokalders & Block 2004). Färgen är också en faktor då mörka färger drar till sig solens strålar och blir varma medan ljusa material reflekterar solstrålningen och förblir svalare. Skulle marken vara täckt av växtlighet, exempelvis gräs upplevs värmen annorlunda. Eftersom gräs är levande material och det ständigt dunstar vatten från dess bladyta kan bidra till att sänka temperaturen om gräset klarar av att växa på den platsen. Det gör att valet av markmaterial är viktigt då det gäller att skapa ett gott mikroklimat (Ibid).

Ur växtsynpunkt är det bra att ha en väl-dränerad mark där ett gott mikroklimat ska uppnås. Luften blir då varmare eftersom det tar betydligt längre tid att värma upp fuktig mark jämför med torr. ”En jord med hög vattenhalt måste tillföras mycket energi för att temperaturen ska höjas. Högt vattenhalt gör också att jorden kan buffra mot snabb avkylning. Luft är den markkomponent som värms upp snabbast men också kyls ner fortast.” (Strandberg et al. s. 8, 2001). För att snabbt få ett varmt klimat på våren är det bra att marken där är väl-dränerad. Är målet att värmen ska lagras längre in på hösten är en något fuktigare mark att föredra (Strandberg et al. 2001).

Vind och temperatur

Som nämns i avsnittet för läplanteringar har platser som är skyddade från kalla vindar ett varmare lokalklimat (Glaumann et al. 1992). För ett gott mikroklimat är inte en helt vindstilla plats optimal då det under riktigt varma dagar kan vara skönt med en lätt vind.

Lästips

Intoduction to landscape design, 2nd edition av Motloch

Utvärdering

P - Fysiska resurser

Ett gott mikroklimat förutsätter goda fysiska förutsättningar såsom gott söderläge, vindskydd och vandrande skugga.

Varmare platser ger möjlighet att plantera ovanliga känsligare växter.

E - Ekonomiska resurser

Att inte ha för varmt eller kallt vid en fasad kan bidra till att minska energiförbrukning både för uppvärmning och avkylning.

Anläggning av en damm eller annat vattenarrangemang kan vara kostsam.

Kostnad för skötsel av ytor tillkommer.

O - Organisatoriska resurser

För att ha ett gott mikroklimat krävs att hänsyn tas till de fysiska förutsättningarna som läget i landskapet, väderstrecken, den förhärskande vindriktningen och utifrån det planera hur platsen ska utvecklas.

S - Sociala resurser

En plats där många människor trivs för att klimatet är behagligt skapar folkliv och mötesplatser.

C - Kulturella resurser

Många människor söker sig dit det är behagligt att vistas. Det ger möjlighet till kulturyttringar på dessa ställen.

A - Estetiska resurser

På en väl gestaltad plats har landskapsarkitekten förhoppningsvis tagit vara på möjligheterna till att skapa ett så gott klimat som möjligt.



Läplanteringar

Bakgrund

Läplanteringar har till syfte att förbättra mikroklimatet så att det blir behagligare för människor att vistas utomhus men också för att minska byggnaders uppvärmningsbehov. Vinden kyler nämligen ner fasaden och då ökar behovet att värma upp huset inifrån. Samma sak händer oss människor då vi utsätts för vind. När den uppvärmda luften närmast huden förs bort går det åt mer energi för att värma oss och vi börjar frysa. Vindavkylning, den upplevda kylan som påverkas av att vinden för bort värme från kroppen kommer att minskas. Detta blir speciellt påtagligt vintertid (se bilaga 1).

Det är viktigt att väga för och nackdelar med en läplantering när den planeras. Behovet att skydda från kalla vindar kan vara stort samtidigt som för mycket skugga kan vara negativt. Att skydda från kalla nordanvindar trots att den förhärskande vindriktningen är sydlig kan vara effektivare eftersom soluppvärmning på den norra sidan av byggnaden är liten. För att åstadkomma ett bättre lokalklimat kan olika typer av läplanteringar anläggas. Dels större ridåer för att minska de stora vindströmmarna men också mindre läplanteringar för att skapa ett bra vindskyddat läge för en mindre yta närmare planteringen. (Glaumann et al., Gröna Fakta 1992)

Utformning

Utformningen på planteringen är viktig för hur vinden kommer att hindras av växtbarriären. Tätheten, formen, storleken och årstidsväxlingen är de faktorer som måste väga samman. Dessa styr hur vinden bromsas upp och hur vinden rör sig runt planteringen.

Höjden

Det som i största grad påverkar hur bra skydd läplanteringen ger är höjden på planteringen. Det kommer att bildas lä både på vind- och läsidan om planteringen. Hur stor yta som får lugnare vindförhållanden brukar mätas i hinderhöjder (höjden på planteringen). På vindsidan av planteringen blir det en vindreducerande effekt på ett avstånd som motsvarar fem gånger läplanteringsens höjd och på läsidan tjugo gånger läplanteringsens höjd mätt från insidan av planteringen.

Tätheten

En läplanterings täthet påverkar hur mycket det blåser genom den. Optimalt bör hålrummen, det vill säga, porositeten i planteringen vara 35-40 %. Är skärmen av vegetation tätare leds nästan all vind runt läplanteringen istället för att delvis sila igenom växtligheten, vilket gör turbulensen starkare. Är planteringen glesare än 65 % ger den för dåligt vindskydd. Beroende på årstiden påverkas effekten av läplanteringen. I avlövad tillstånd försämras effekten av planteringen med ungefär 60 %. Därför är det bra att även använda sig av både barrträd och lövträd så att årstidsvariationen blir mindre.

Växter som passar att använda i läplanteringar: 1. Syrener och en blodbok 2. Ginnalalönn 3. Häckkaragan 4. Konell 5. Bergtall 6. Avenbok 7. Kaprifol 8. Lärkträd 9. Poppel

För att bäst hejda luftströmmarna bör planteringen ha en rak lodrät sida mot vindriktningen. Planteringen ska vara öppen och gles i sin karaktär så att vinden kan sila in bland träd och buskar och hejdas istället för att ledas runt och över. Vid hörnen på planteringen uppstår alltid turbulens och det är längden i förhållande till djupet på planteringen som har betydelse för hur pass stor yta framför som är oberörd av dessa vindar. Förhållandet mellan höjden och längden på planteringen för att få en turbulensfri zon på läsidan är 1:12. Det betyder att en plantering som är en meter hög måste vara tolv meter bred för att turbulens på mitten ska undvikas. För att minska turbulensen kan planteringen vara lägre och glesare längst ut på sidorna. (Ibid)

Vindskydd för mindre platser

Vissa platser behöver mer skydd än andra. Vid sandlådor där små barn vistas och vid uteplatser där man sitter stilla är det viktigt att det inte blåser för mycket. Under tiden en person befinner sig på en plats ska det under 1 % av tiden inte blåsa mer än 5 m/s, men är det upp till 10 % av tiden som vindhastigheten överskrider 5 m/s är det godtagbart. För att uppnå bästa möjliga läffekt är en tumregel att vegetationen ska vara högre än de personer som ska skyddas. Ett bra sätt för att åstadkomma detta för ett mindre område är att kombinera en häck med stamträd och skapa en tunn växtskärm för platsen. (Ibid)

Anläggning och skötsel

Målet är att skapa växtskärmar som snabbt når önskad höjd och sluter sig snabbt, därför måste planeringen vara sådan att successionen mellan växterna fungerar. Först kommer de ljuskrävande träden att ta sig upp medan de mer långsamt växande skuggträden växer till under. När dessa blir större krävs att en del av de snabbväxande träden gallras bort för att ge plats åt dem. Inne bland träden planteras buskar som trivs att växa som undervegetation medan i kanten på planteringen placeras brynväxter som klarar av att stå emot vinden. (Ibid)

För att få en växtskärm som snabbt växer upp ska träden och buskarna planteras så nära varandra att de drivs att växa uppåt istället för att växa till på bredden. I täta planteringar måste plantor efter hand gallras ut då konkurrensen blir för hård. Detta gör att de växter som kommer finnas kvar ges mer plats och solljus för att växa ytterligare. (Ibid)

De växter som anges i tabell 2 är växter som garanterat klarar av vindutsatta lägen. Är någon del av planteringen inte hårt vindpinad kan även andra träd användas.

Lästips

Plan(t)era för lä i Gröna Fakta C4 av Glaumann et al

Vindskydd i trädgården i Fakta Trädgård-Fritid, 73/1999 av Wembling

Vindens verkningar

Vindhastighet (m/s)	Ord	Vindens verkningar
0-0,2	Lugnt	Inga; rök stiger nästan rätt upp.
0,3-1,5	Svag vind	Knappt märkbara; vindens riktning visas av skorstensrök.
1,6-3,3	Svag vind	Blad rörs; vindfana visar vindens riktning.
3,4-5,4	Måttlig vind	Blad och tunna kvistar sätts i rörelse.
5,5-7,9	Måttlig vind	Kvistar och tunna grenar rör sig hela tiden, damm och lös snö virvlar upp.
8,0-10,7	Frisk vind	Mindre lövträd börjar svaja; grenar rör sig, vågor med kammar på större sjöar.
10,8-13,8	Frisk vind	Stora trädgrenar rör sig.
13,9-17,1	Hård vind	Hela träd svajar, man går inte obehindrat mot vinden.
17,2-20,7	Hård vind	Kvistar bryts från träden; besvärligt att gå i det fria.
20,8-24,4	Hård vind	Mindre skador på hus; takpannor blåser ner.
24,5-28,4	Storm	Träd rycks upp med roten; betydande skador på hus
28,5-32,6	Svår storm	Stora skador.
>32,6	Orkan	Mycket stora skador.

Tabell 1. (<http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=8070&a=22496&l=sv> 2009-02-25)

Ljuskrävande träd som växer upp snabbt

Alnus glutinosa - klibbal
Alnus incana - gråal
Betula pendula - björk
Larix decidua - lärk
Pinus sylvestris - tall
Populus – olika arter av poppel

Skuggtåliga träd som växer till långsamt

Acer platanoides - lönn
Fagus sylvatica - bok
Tilia cordata - lind
Picea abies - gran
Picea glauca – vitgran
Quercus robur - ek

Vindtåliga buskar som tål att stå i planterings brynzon

Acer tataricum ssp. Ginnala - ginnalalönn
Caragana arborecens - sibirisk ärtbuske
Crataegus – de flesta arter av hagtorn
Eleagnus - olika arter sliverbuske
Hippophae rhamnoides - havtorn
Juniperus communis - en
Ligustrum vulgare - liguster
Pinus mugo var. mughus, Pinus mugo var. pumilio - bergtall
Prunus padus - hägg
Prunus spinosa - slån
Rosa dumalis - nyponros
Rosa pimpinellifolia - pimpinellros
Rosa rugosa - vresros
Salix viminalis - olika sorter korgvide
Sambucus racemosa - druvfläder
Syringa vulgaris - syren

Buskar som passar bra inne i planteringen

Carpinus betulus - avenbok
Coryllus avellana - hassel
Cornus sanguinea - skogskornell
Frangula alnus - brakved
Sambucus nigra - fläder
Taxus baccata. - idegran

Klätterväxter att använda i planteringen

Clematis vitalba - skogsklematis
Clematis viticella – olika sorter italiensk klematis
Clematis montana var. rubens - bergsklematis
Lonicera periclymenum, Lonicera caprifolium - sorter av kaprifol
Parthenocissus quinquefolia - klättervildvin

*Tabell 2. Växtlistan är sammanställd från Gröna Fakta och Fakta Trädgård-Fritid.
(Glaumann M et al, 1992; Wembling M, 1999)*

Utvärdering

P – Fysiska resurser

Läplanteringen hindrar de kalla vindarna från att nå huset och avkylningen minskar. Det skapar bättre lokalklimat i skyddade lägen.

Höga växtridaer bidrar till en skuggning som kan vara negativ.

E - Ekonomiska resurser

Uppvärmingskostanderna minskar, speciellt då värmetransporten genom fasaderna minskar på grund av mindre vindpåverkan.

Kostnaderna för anläggning av en plantering måste följas upp med underhåll för att vindskyddet ska utvecklas och fungera som det ska.

B - Biologiska resurser

En möjlighet att skapa en större biologisk mångfald på platser som annars lider brist på det.

Vissa typer av skadedjur trivs i den förmultnande biomassan.

O - Organisatoriska resurser

En läplantering kan strukturera upp en plats men samtidigt bli ett hinder rörelsemässigt och visuellt.

En plan för successionen bör upprättas.

S - Sociala resurser

Ett stort och tätt buskage kan ge en minskad upplevd säkerhet då överblick och genomsikt saknas.

Utformningen av planteringar är viktig för att de ska upplevas som säkrare.

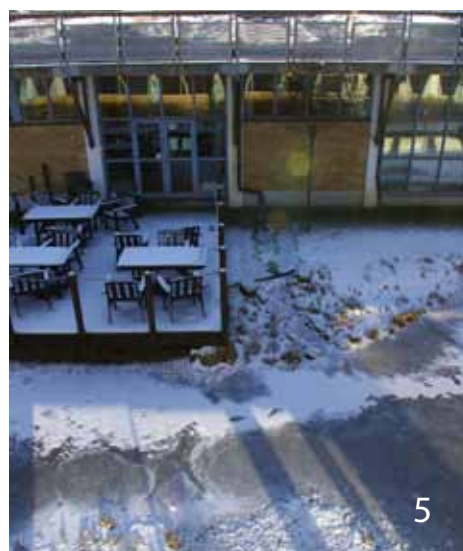
C - Kulturella resurser

Inga specifika resurser.

A - Estetiska resurser

Valet av växter kan skapa en stor årstidsvariation i läplanteringen.

En skuggad, mörk plats kan upplevas som tråkig och osäker.



Lokalt omhändertagande av dagvatten

Bakgrund

Dagvatten är ytligt avrinnande regnvatten och smältvatten. Lokalt omhändertagande av dagvatten innebär att regnvatten eller smältvatten som samlas på marken och som rinner av tak och hårdgjorda ytor tas tillvara. Vattnet infiltreras i marken direkt eller samlas upp i dammar som fungerar som fördröjningsmagasin innan det infiltreras. För att detta ska vara möjligt krävs att vattnets leds av ytorna på ett bra sätt och för det krävs en genomtänkt höjdsättning av marken. (Axelsson & Hallgren, Gröna Fakta 1993)

Uppsamling av dagvatten kan ske både i stor och liten skala. Inom bostadsområden kan vatten samlas upp inne på respektive bostadsgård. Vatten från större områden kan ledas vidare till större recipienter, dammar eller våtmarker där vattnet stannar kvar en längre tid. (Ibid)

Varför behövs LOD

Under 1950-70-talet när Sveriges städer växte ökade de hårdgjorda ytorna och takytorna markant. Då anlades underjordiska dagvattensystem som transporterade bort vattnet till reningsverk eller vattendrag och sjöar. Denna hantering gjorde att förorenat dagvatten förorenade områden där det släpptes ut. (Ibid) En utbyggnad av dagvattennätet och att dimensionera upp ledningarna är mycket kostsamt eftersom i tätorter ligger stora delar av ledningsnätet under gatorna. Att bygga ut nätet ökar också belastningen eftersom ännu mer vatten måste transporteras bort. I de äldre delarna av exempelvis Uppsala, samlas dagvatten upp i dagvattennätet och släpps ut i närmaste recipient. För centrala Uppsala betyder det främst Fyrisån. I nya områden är ambitionen att använda sig av lokalt omhändertagande av dagvatten i så stor utsträckning som möjligt för att inte öka belastningen på dagvattennätet. (Grundin 2009-04-29)

På många ställen i landet är det inom tätbebyggda områden reglerat i översiktsplan och detaljplan att dagvatten måste tas hand om inom tomten. I Uppsalas översiktsplan trycker kommunen på att lokalt omhändertagande av dagvatten vid nyexploatering skall anordnas. (Uppsalas Översiktsplan 2006, *Kapitel 6*, <http://www.uppsala.se> 2009-03-06) I översiktsplanen står det också:

”Dagvattnets inverkan på yt- och grundvatten ska beaktas i ett tidigt skede vid planering av ny bebyggelse. Lösningar för dagvatten ska utformas så att tillförseln av föroreningar till yt- och grundvatten inte ökar på grund av tillkommande bebyggelse. Naturliga avrinningsvägar för nederbördsvatten och lågpunkter i terrängen ska inte bebyggas utan i stället utnyttjas för rening och avledning av dagvatten från detaljplanlagd bebyggelse och vägar.” (Uppsalas Översiktsplan 2006, *Kapitel 6*, s. 80, <http://www.uppsala.se> 2009-03-06).

Lokalt omhändertagande av dagvatten: 1-2. Fördröjning av dagvatten och damm i Västra hamnen, Malmö 3. Dagvattenkanal i Västra Hamnen, Malmö 4. Gårdsmiljö där vatten leds vidare till damm 5. Takvatten leds ned via stuprör och vidare via rännal till dagvattendamm vid Augustenborgs botaniska takträdgård 6. Syresättning av vatten 7. Dagvattenkanal vid Augustenborgs botaniska takträdgård, lägg också märke till solpanelerna på väggen 8-9. Dagvattendammar i bostadsområdet Augustenborg, Malmö

Utformning

Regnvatten som inte direkt kan infiltrera i marken på grund av att den är hårdgjord eller mättad på vatten leds vidare till en infiltrationsyta eller en damm. Även vatten från taken tas om hand på detta sätt. Infiltrationsytan kan till exempel vara en gräsmatta eller ett fuktigare område, en typ av våtmark.

Dagvatten innehåller både partiklar och näringsämnen men ibland även skadliga ämnen. Det går att ta reda på dessa genom lokalt omhändertagande av dagvatten. Både i våtmarker och dammar sedimenterar partiklar på botten och näringen från dessa ger upphov till tillväxt bland alger och vattenväxter. (Ericsson 2009-03-25) Våtmarker fungerar som naturens egna reningsverk och är bra på att ta hand om många olika typer av föroreningar. Dels sedimenteras partiklar och tungmetaller bundna till organiska vattenburna kolloider. Dels pågår en mängd biologiska processer, bland annat bryts kväve ner (denitrifikation), med hjälp av bakterier. Växterna, det biologiska livet och en lång genomströmningstid på ungefär 4 till 5 dagar är viktig för att våtmarken ska fungera. (Axelsson & Hallgren, Gröna Fakta 1993)

I dammar där vattnet önskas vara klart kan övergödning vara ett problem, speciellt i mindre dammar där vattenvolymen inte är särskilt stor. För att minska detta är det viktigt att även i dammar ha vattenväxter som kan binda näringen. För att näringshalten i vattnet ska kunna hållas på en relativt låg nivå bör växterna skördas. Lämna de att brytas ned i vattnet återgår näringen till vattnet. Skulle endast bladmassan skördas och inte rötterna är effekten av denna skörd förmodligen liten. (Ericsson 2009-03-25)

Det finns olika typer av dammar. På ställen där grundvattnet ligger högt och marken är fuktig kan grundvattenståndet reglera dammens vattenyta. Det betyder att vattennivån i dammen kommer att variera med grundvattnets nivå vilket betyder att den kan torka ut om det blir riktigt torrt. En sådan situation kan vara svårt för många växter att klara av och därför måste växer som klarar av dessa variationer väljas. Dammar kan också anläggas med tät botten, antingen genom att det läggs en gummiduk i botten, lerig mark packas eller att det gjuts en fast form. (Lönngren, Gröna Fakta 1996)

För att vattnet inte ska bli för grumligt på grund av alg-tillväxt bör det finnas en tillräckligt stor vattenvolym i dammen. Vattenväxter planteras för att binda näringen i vattnet som de använder till sin tillväxt. Förutom strandvegetation kan flytväxter användas. En växt som tar upp mycket näringen i dammar är hornsärv (*Ceratophyllum demersum*) (Ibid). En ökad syresättning av dammen genom vattenrörelse kan minska alg-tillväxten. Det kan exempelvis åstadkommas genom vattenspel. (Lönngren, Gröna Fakta 1996)

Risker med öppen dagvattenhantering

Faran med öppen hantering av dagvatten och då speciellt dammar är att de innebär en drunkningsrisk för barn. Utformningen av dammen är viktig för att minska den risken. Dammens djup och hur kanten ser ut är viktigt att se över. En flack botten vid kanten är mindre farlig än en djup där barn snabbt halkar ner. Ur säkerhetssynpunkt för små barn bör inte dammar vara djupare än 20 cm. Ökad fuktighet innebär också större möjlighet för myggor att fortplanta sig (Lönngren, Gröna Fakta 1996).

Lästips

Regn som resurs i Gröna Fakta C3 av Axelsson & Hallgren

Dammar i Gröna Fakta 5/96 av Lönngren

Besökstips

Hammarby sjöstad, Stockholm

Augustenborg, Malmö

Västra hamnen, Malmö

Utvärdering

P – Fysiska resurser

Vatten kommer att påverka närklimatet runt dammen. Det kan bli både lite högre luftfuktighet och utjämnat klimat då vattnet tar längre tid på sig att värmas upp och att kylas av. Ljudet av vatten kan göra att bullret från vägen inte blir lika påtagligt.

Infiltrationsytor som blir vattenmättade är inte lämpliga att gå på.

Gummidukar är känsliga för vassa föremål.

Material för nya rördragningar och anslutning till dagvattennätet sparas in på.

Våtmarker och anläggningar för lokalt omhändertagande av dagvatten tar stor plats.

E - Ekonomiska resurser

Anläggning och skötsel av en dagvattendamm medför en extra kostnad.

Lägre belastning på dagvattennätet innebär att kommunen sparar in pengar på att dagvattennätet inte behöver byggas ut och dimensioneras. Detta är viktigt ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.

B – Biologiska resurser

Vatten innebär en eller flera nya biotoper på platsen.

Myggor kommer att kläckas i vattnet.

För stor alg tillväxt i vattnet är negativt ur upplevelsesynpunkt.

O – Organisatoriska resurser

Skötseln av dammen måste planeras. Ansökan om att anlägga en infiltrationsanläggning måste inom vattenskyddsområden godkännas av kommunen.

Förutsättningar och plats för god höjdsättning måste säkras tidigt i projektet.

S - Sociala resurser

Människor dras till vatten och det kan bli en naturlig mötesplats.

C – Kulturella resurser

Vattenspel kan placeras i dagvattendammar vara konstverk som kan njutas av.

A – Estetiska resurser

En väl gestaltad damm är vacker att titta på.

En misskött damm är misspydande.

Våtmarker är inte alltid vackra.



Användning av schaktmassor

Bakgrund

I Sverige är en av de största orsakerna till uppkomsten av icke farligt avfall byggsektorn. År 2006 frigjordes 6 600 000 ton schaktmassor som klassades som icke farligt avfall. (<http://www.naturvardsverket.se> 2009-05-03) Icke farligt avfall är oförorenade massor klassas som avfall på grund av att de inte är planerade till att användas i ett särskilt ändamål innan de grävs upp. (<http://publikationswebbutik.vv.se> 2009-03-30) Skulle en del av dessa massor kunna återanvända direkt så skulle mindre naturresurser slösas och koldioxidutsläpp i samband med transporten minskas tillsammans med transportkostnaderna.

I PBL ställs följande krav:

2 kap 2 §

”Även en från social synpunkt god livsmiljö, goda miljöförhållanden i övrigt samt en långsiktigt god hushållning med mark och vatten och med energi och råvaror skall främjas.” (<http://www.notisum.se> 2009-05-12)

Återanvändning av schaktmassor är bra för att minska på transporter och utnyttja de råvaror som finns på platsen. Går det att finna användning för jordmassor inom projektet är det att föredra. För att massor från schaktning inte ska bli klassade som avfall krävs både att de är fria från föroreningar och har ett förutbestämt användningsområde. (<http://publikationswebbutik.vv.se> 2009-03-30) Är de klassade som avfall skall de transporteras bort för deponi. Detta innebär detta en merkostnad för transport och utgifter för att täcka deponiskatten för det material som forslas till deponi. Utöver detta tillkommer en avgift till den verksamhet som tar hand om massorna. Deponiskatten ligger för närvarande på 435 kr per ton avfall (<http://www.notisum.se> 2009-03-31).

Avfallsskatten som infördes år 2000 och syftar bland annat till att öka motivationen att återanvända överblivna massor. Om schaktmassor som blir över i ett projekt inte är förorenade finns ekonomiska motiv till att inte blanda ihop förorenat och rent avfall. Istället kan de rena massorna transporteras till en anläggning som tar hand om oförorenat material. Dessa anläggningar är skattebefriade (Jacobsson 2009-04-08).

”En anläggning där det endast förekommer återvinning är inte att anse som en skattepliktig avfallsanläggning. Inte heller sådana anläggningar där det endast sker rötning eller kompostering bör anses skattepliktiga eftersom varken kriteriet för slutlig förvaring eller kriteriet för förvaring under längre tid än tre år föreligger” (<http://www.skatteverket.se> 2009-04-07).

Markformer skapade med massor: 1. Kullar vid skola i Valsätra Uppsala 2. Trappad skälning vid universitetet i Köpenhamn 3. Kullar vid Bo01-området, Malmö

För att minska på mängden schaktmassor inom ett projekt kan en väl genomförd höjdsättning av platsen vara avgörande. Genom att finna en balans mellan schaktade massor och områden som behöver fyllas kan detta uppnås. En viktig del i detta är att påverka byggnaders färdiga golvhöjd.

Genomförande

Redan i utrednings- och projekteringsskedet måste det undersökas hur stora mängder och vilken typ av schaktmassor som kommer att frigöras inom projektet. För att kunna återanvända schaktmassorna måste dokumentering av hur detta kommer att göras (A1 Företagen 1997). Provtagning av massorna bör därför ske för att veta vilken typ av jord som finns på platsen och hur den kan användas. Om det anses nödvändigt ska det också undersökas om det finns några farliga ämnen i marken. Ligger platsen nära en väl trafikerad väg kan detta vara motiverat. Detta är extra viktigt om platsen ligger i ett miljömässigt känsligt område. (<http://publikationswebbutik.vv.se> 2009-03-30) Föroreningar ligger nämligen sällan stilla och kan spridas. Skulle de sprida sig till grundvattnet exempelvis skulle det vara olyckligt. (Naturvårdsverket & Boverket, 2006) När det är klart att massorna kan användas måste det dokumenteras hur man planerar att göra detta. Det kan göras i förstudien, miljökonsekvensbeskrivningen eller arbetsplanen (<http://publikationswebbutik.vv.se> 2009-03-30).

Ett sätt att återanvända schaktmassor är att bygga markformationer som kan tillföra både funktionella och estetiska värden. Eftersom ljudsituationen vid större trafikerade vägar är mycket störande är det vanligt att det i infrastrukturprojekt används överflödiga schaktmassor till att anlägga bullervallar (Åkerlöf & Byman 1998).

Lästips

Hantering av uppgrävda massor – administrativa krav från Vägverkets hemsida

Råd och rekommendationer vid uppförande av bullerdämpande vallar och skärmar från Vägverkets hemsida

Skönheten och oljudet: handbok i trafikbullerskydd av Åkerlöf & Byman

Utvärdering

P – Fysiska resurser

Det är positivt att ta till vara schaktmassor för att inte slösa med råvaror, men det är inte alltid möjligt beroende på hur jorden är beskaffad.

Användningsområden för schaktmassor kan vara bullervallar och markformationer.

E - Ekonomiska resurser

Transportkostnader och deponiskatt kan minskas om massorna tas tillvara inom projektet.

B - Biologiska resurser

Föroreningar tas om hand på ett korrekt sätt.

O - Organisatoriska resurser

Planering för omhändertagande av schaktmassor måste utföras tidigt i projektet.

S - Sociala resurser

Vid anläggning av bullervallar kan en behagligare ljudmiljö skapas.

C – Kulturella resurser

Inga specifika kulturella aspekter.

A - Estetiska resurser

Utformningen av markformationer kan bidra till att skapa intressanta miljöer på annars ofta plana ytor.

Bullervallar minskar det visuella intrycket från vägar men blockerar också vackra utsikter.

Bullervallar innebär en sänkt ljudnivå vilket också är en estetisk aspekt.



Belysning

Bakgrund

Belysning i anläggningar är något som alltmer börjat uppmärksammas som en viktig del för att skapa en trivsamt och attraktiv miljö. Olika typer av belysning används för att skapa effekter som fasadbelysning, punktviss effektbelysning för att framhäva objekt och stråk med gatubelysning. En genomtänkt belysning kan göra en plats intressant kvällstid och förändra platsens uttryck. En viktig funktion för belysningen är naturligtvis att skapa utemiljöer som upplevs som tryggare. En genomtänkt planering av belysning kan ge förbipasserande känslan av uppsikt utan att överdimensionera antalet armaturer eller antalet watt i var lampa. Belysning är idag ett eget vetenskapsområde med högskoleutbildningar och i den här texten kommer vi bara ge en kort genomgång med fokus på utemiljö och energiförbrukning.

Ljus är något människan alltid har haft behov av och under lång tid var elden vår enda ljuskälla efter att solen gått ner. Energikrisen på 70-talet fick stor betydelse för hur dagens belysning fungerar. Energieffektivitet blev ett ledord. Under 1930-talet utvecklades det moderna lysröret i USA men det dröjde till 1980-talet innan det var tillräckligt bra för att komma ut på marknaden. Efter detta introducerades också de första energisparlamporna i form av lysrörslampor och kompaktlysror. (Starby 2006)

På 1960-talet utvecklades halogenlampan och senare under 70-talet metallhalogenlampor och högtrycksnatriumlampor. Dessa har utvecklats vidare sedan dess och idag används de mycket då de är energieffektiva och ger ett ljus med bra färgåtergivning. Det var också ett flertal andra belysningsmetoder som utvecklades under det förra århundradet exempelvis lysämnesrör (bland annat neonlysror), lågtrycksnatrium och kvicksilverlampor.

Användning

Olika typer av ljuskällor används beroende på ändamålet med belysningen. I den här texten fokuserar vi på några särskilda typer nämligen park/gatubelysning och effekt/fasadbelysning. Belysning för växthus behandlas i kapitlet om växthuset. Park- och gatubelysning har utvecklats mycket de senaste åren. Den 13 april 2009 trädde en ny EU-förordning om eko-design med avseende på gatu- och kontorsbelysning i kraft. Detta innebär att det ställs krav på producenter, importörer och återförsäljare om produkternas energiförbrukning och miljövänlighet. I fallet med gatubelysning kommer det bland annat innebära ett minimikrav på ljusstyrka per energienhet (lumen per watt), minimikrav på livslängd och minskad användning av kvicksilver. (<http://www.energimyndigheten.se> 2009-03-30)

Olika sorters belysning: 1. Pont de Pierre, belyst bro i Bordeaux, Frankrike 2. Belysningsarmatur som främst ger ljus rakt nedåt 3. Belyst fasad i Sienna, Italien 4. Nollhaga slott upplyst under Ljus i Alingsås 2007 5. Belysning infälld i granit 6. Pollare som belyser plantering 7. Belysningsarmatur som riktar ljus både nedåt och uppåt 8. Parkträd belysta under Ljus i Alingsås 2007

En annan betydelsefull aspekt gällande park- och gatubelysning är bländning av ljuskällan. När det gäller gatu- och trafikbelysning finns det rekommendationer att följa i Vägverkets och Svenska Kommunförbundets skrift Vägar och gators utformning utgiven 2004. Gatubelysning består av rakt nedåtriktat ljus. I parker och bostadsområden däremot finns inga riktlinjer. Till skillnad från trafikmiljöer eftersträvas det i parker främst rymdlyset och det innebär ett mer spritt ljus som gör att vi lättare kan se andra människors ansikte och därför känner oss tryggare. Rymdlyset belyser också träden vilket gör att parken känns ljusare.

Det finns främst tre typer av armaturer för parker. Den klassiska ljusgloben lyser åt alla håll och fungerar fint med träd men den ger ett starkt ljus och kan blända. Den vanligaste armaturen är den som lyser nedåt och åt sidorna. Vissa släpper igenom en del ljus uppåt också vilket kan vara fint i trädkronorna. Den tredje typen är den som lyser rakt nedåt och den lämpar sig bäst för höga stolpar. Den kan med fördel användas då det ska gå att se rakt igenom en park utan att blända. En annan ljuskälla för offentliga platser är pollare med belysning. De kan ofta ge ett bra lågt ljus som är lugnt och samtidigt ger spänning åt en plats. (Starby 2006)

Stor skillnad i energiförbrukning

Idag har det visat sig vara en god ekonomisk affär för många kommuner att ersätta sina belysningsanläggningar med nya. Anledningarna till att belysningen är så mycket effektivare idag är flera. Några framsteg är:

- De energieffektiva T5-lysrören med mindre kvicksilver
- Att ljuset har fått bättre riktning och reflektion
- Användning av så kallad högfrekvensdrift som drar mindre elektricitet
- Bättre styrning för anpassning till mängd naturligt dagsljus och bättre lampor i fler watt-tal vilka kan ersätta glödlampor.

Extra bonus är också att färgåtergivningen är bättre i de nya lamporna. (Starby 2006) Vid livscykelanalyser av belysningsarmatur visar det sig att 5 % av miljöbelastningen kommer från tillverkningen och 5 % från skrotningen medan hela 90 % kommer från energianvändningen vid drift. Det gör alltså stor skillnad för den totala miljöbelastningen om energiförbrukningen kan minskas. I många kommuner pågår idag en omfattande och uppdatering av belysningsanläggningar, investeringar som betalar sig inom relativt kort tid. (<http://www.ljuskultur.se> 2009-03-30) I Uppsala beräknar kommunen att de nya armaturerna kommer att betala sig inom cirka fyra år (Kjerner, UNT 2009-03-23).

I rapporten "Upplys Sverige" från Belysningsbranschen inleder Magnus Frantzell med följande text vilken tydligt visar den stora potential som finns i energieffektivare belysning:

"Varje år bidrar Sveriges företag och offentliga verksamheter till att nära två miljoner ton koldioxid släpps ut i atmosfären alldeles i onödan. Så mycket skulle man nämligen kunna spara genom att byta ut föråldrade armaturer och lysrör till modern och energisnål belysning. Besparingen motsvarar årligen koldioxidutsläppen från allt inrikesflyg i Sverige under tre år. Eller en femtedel av de klimatmål som regeringen aviserat för år 2020." (<http://www.belysningsbranschen.se> 2009-03-30)

I Belysningsbranchens rapport "Upplys Sverige" påpekas också att utbytestakten av belysning endast är cirka 3 % per år vilket gör att potentialen som finns för energibesparing inte utnyttjas. Den största anledningen till att takten är så långsam verkar vara okunskap. Ett område där stora energibesparingar kan göras är skolor, cirka 70 % har föråldrade belysningsanläggningar. (Ibid)

Fasadbelysning

Fasadbelysning blir idag allt vanligare och förutom den rent dekorativa funktionen har den också en bra reklameffekt och gör platser lättare att överblicka och bevaka. En bra princip är att använda en dämpad allmänbelysning och sedan välja ut detaljer som belyses starkare. Vilka typer av lampor som används beror på vad fasaden har för färg och material och vilka effekter som ska uppnås. För att veta vilka lampor och ljusstyrkor som passar det specifika läget är det nödvändigt med provbelysning. Exempel på lampor som används för fasadbelysning är halogen- eller pressglas strålkastare, högtrycksnatrium-, lågtrycksnatrium- och metallhalogenlampor. Fasadbelysningens drifttid bör tänkas igenom och begränsas till när den har effekt och senare än midnatt är det sällan någon poäng att ha den tänd. (Starby 2006)

Lästips

En bok om belysning av Starby

<http://www.belysningsbranschen.se> , branschorganisationens hemsida

Ljuskultur, branschtidning

Utvärdering

P – Fysiska resurser

Användning av ny effektiv belysning är en ren energibesparing jämfört med 10-15 år gamla anläggningar som drar upp till fem gånger så mycket elektricitet.

E – Ekonomiska resurser

En investering i ny belysning betalar sig inom några år genom minskade energikostnader och efter det är det en klart lägre årlig kostnad för belysning.

B – Biologiska resurser

Minskad användning av kvicksilver vid produktion av ny belysning jämfört med äldre

O – Organisatoriska resurser

Då kommunerna gått igenom sina nätverk av gatubelysning har de funnit att mycket av dagens armaturer är så gamla att de tappat mycket i effekt och därför knappt lyser. Genom ny belysning som också är rätt riktad kan gång- och cykelvägar bli bättre upplysta och därmed tryggare att använda.

S – Sociala resurser

Platser kan med genomtänkt och rätt riktad belysning upplevas som tryggare att vistas på. Detta ger i sin tur fler besökare, vilket ger en ökad faktisk trygghet.

C – Kulturella resurser

Belysning kan vara attraktivt och locka människor till platser också kvällstid, den kan användas för att framhäva värdefulla miljöer genom exempelvis fasad- eller effektbelysning.

A – Estetiska resurser

Välplanerad belysning innebär att samma estetiska uttryck kan uppnås med mindre energiåtgång och dessutom bättre färgåtergivning.

En estetisk brist med mycket belysning är att det blir svårare att uppfatta stjärnhimlen om kvällar och nätter då allt annat ljus bländar.



Gröna tak

Bakgrund

Gröna tak är ett samlingsnamn för tak med vegetation på. Det kan också innefatta vegetation på bjälklag i marknivå såsom taken på nedgrävda garage. Historiskt sett är tak med vegetation på inget nytt i Norden. I äldre tider användes torvtak med gräs på som ett billigt byggnadsmaterial för att isolera taken. Det som ur landskapsarkitektens perspektiv skiljer sig med att planera för vegetation på bjälklag jämfört med att planera för annan vegetation är att det inte finns ett obegränsat jorddjup utan en grundare växtbädd att förhålla sig till. Därmed har finns det också ett begränsat urval växter som kan trivas. (Dunnett & Kingsbury 2008)

Gröna tak delas in i främst tre kategorier, de med intensiv, semi-intensiv eller extensiv vegetation. Intensiv vegetation kräver bevattning för att överleva och har en växtbädd som är minst 25 cm djup. Där kan det planeras örter, gräs och buskar. Halvintensiv vegetation kräver bevattning i perioder eller hjälp för att lagra vatten. Växtbäddens djup är cirka 6-12 cm. Vegetation som passar är främst torktåliga gräs och örter. (<http://www.greenroof.se> 2009-01-14) Halvintensiva tak används främst för att skapa specifika biotoper och inte så mycket i övrigt (Söderblom 2009-02-16). Extensiva gröna tak kan vara endast ett par centimeter tjocka upp till cirka sex centimeter. (<http://www.greenroof.se> 2009-01-14) På de tunnaste gröna taken växer mossor och sedumväxter. Ökas tjockleken på substratet kan också örter och gräs klara sig. Risker med att sätta örter och gräs på ett extensivt grönt tak är att de riskerar att dö under torra år. Dock återkommer de ofta eftersom taket med tiden bygger upp en fröeserv. De exakta gränserna mellan de olika typerna av gröna tak varierar i litteraturen, det är främst en skillnad i skötselintensitet och vikt per kvadratmeter. Det finns också goda möjligheter att blanda de olika typerna på ett och samma tak. (Dunnett & Kingsbury 2008) Extensiv vegetation kan lagra vatten framgångsrikt och klarar sig på enbart regnvattnet förutom vid ihållande torka i etableringsfasen (<http://www.greenroof.se> 2009-01-14). Generellt kan sägas att det finns större möjligheter att välja växter då det finns bevattning och ett tjockare jordlager men problem med ogräs kan bli större vilket ger högre krav på skötsel. En god förebild när vegetation ska anläggas på tak är alvarmark där växterna naturligt får klara sig på begränsat med näring och vatten. (Söderblom 1992) Ett intensivt grönt tak kräver lika mycket skötsel som en trädgård eller park medan ett extensivt tak kan klara sig med ett tillsynstillfälle per år. (<http://www.greenroof.se> 2009-01-14)

1. Extensivt tak på Augustenborgs botaniska takträdgård, Malmö 2. Gröna tak på flerbostadshus i Zurich, Schweiz 3. Det första storskaliga gröna taket i Sverige anlades 1992 på SEB:s huvudkontor i Sundbyberg och ränderna kan tydligt ses på sökmotorernas flygbilder (www.eniro.se 2009-01-24) 4. Extensiv takvegetation lagd i mönster på Augustenborgs botaniska takträdgård, Malmö 5. Intensiv takvegetation anordnad som en liten takträdgård på Augustenborgs botaniska takträdgård, Malmö 6. Intensivt och halvintensiv vegetation på ett flerbostadshus i Zurich, Schweiz 7. Extensivt tak på Augustenborgs botaniska takträdgård, Malmö 8. Extensivt tak med konstnärliga inslag på Augustenborgs botaniska takträdgård, Malmö

Kategorisering av gröna tak

Typ av grönt tak:	Extensivt	Semi-intensivt	Intensivt
Underhåll	Mycket lite, ca 1 ggn/år	I perioder	Som trädgård/park
Bevattning	Nej	I perioder	Regelbundet
Vegetation	Mossa-sedum	Torktåliga gräs och örter	Gräsmatta, örter, buskar och träd
Höjd växtbädd	2-5 cm	6 - 12 cm	>25 cm
Vikt (vattenmättat)	35-60 kg/m ²	70-150 kg/m ²	>250 kg/m ²
Kostnad	Låg	Medel	Hög
Användning	Ekologiskt skyddslager	Biologiskt grönt tak	Park, trädgård

Tabell 3. Sammanställning av information om skillnader mellan olika gröna tak med komplettering av Söderblom 2009-05-11

Anläggande

Gröna tak kan anläggas på två sätt. Antingen kan prefabricerade mattor som kommer i rullar eller på pall köpas, eller så kan hela växtbädden platsbyggas direkt på taket, man kan använda sig av pluggplantor, spridning av skott och sprutplantering för etablering av vegetation. Den senare metoden är billigare på stora ytor (främst över 1000 m²) men det tar cirka två år innan vegetationen etablerat sig. För att platsbyggnad ska fungera måste taket vara relativt plant så att det inte finns risk för erosion innan vegetationen etablerats. Det är idag vanligast att prefabricerade mattor används. (VegTech 2009) Gröna tak kan anläggas på tak som inte har större maxlutning än cirka 30 % (<http://www.greenroof.se> 2009-01-14).

Ett grönt tak byggs upp på det befintliga eller nyanlagda takmembran av bitumen. Om det är ett befintligt tak bör membranet kontrolleras så att det inte finns några skador. Takmembranet får aldrig penetreras av spik eller skruv eftersom det då kan börja läcka med tiden. (<http://www.greenroof.se> 2009-01-14) Det finns idag olika metoder där eventuella läckor spåras, bland annat med hjälp av elektricitet (Dunnett & Kingsbury 2008).

Användning

Vegetation på taket förlänger livslängden på takmembran då de skyddar dem från UV-strålning och stora temperaturskillnader. Det är främst skyddet från uppvärmning som gör att takbeläggningen åldras långsammare och behöver bytas mer sällan. Temperaturmätningar under nära två år på ett kallt och ett vegetationsklätt tak i Toronto visade tydligt de stora skillnaderna i temperatur som uppträdde på det kala taket medan det gröna taket höll sig på en relativt jämn temperatur. (Ibid)

Klimataspekter

Gröna tak har en isolerande effekt, vilken är beroende av takets tjocklek och uppbyggnad. Detta minskar energibehovet för uppvärmning och framförallt nedkylning. (Cantor 2008) Idag används mer energi för att kyla ner än för att

värma upp byggnader och det är också för att kyla ner som gröna tak har störst effekt. Studier i Canada har visat att under sommarmånaderna kunde behovet av nedkylning minskas med en fjärdedel under de förhållanden som rådde där. I Sverige skulle minskningen med största sannolikhet vara lägre eftersom vårt behov av att kyla byggnader är mindre. Eftersom den nedkylande effekten minskar om det gröna taket torkar ut så kan viss bevattning av det gröna taket förbättra dess isolerande förmåga. Ur hållbarhetssynpunkt bör lagrat regnvatten eller gråvatten från byggnaden användas. I kallt klimat kan också vegetation på taket bidra till att snön ligger kvar och isolerar längre. Den isolerande effekten leder inte minst till minskade uppvärmnings och nedkylningskostnader. (Dunnett & Kingsbury 2008) Den stora klimateffekten från gröna tak är att användningen av fossila bränslen kan minska tack vare gröna taks förmåga att minska uppvärmnings- och kylningsbehovet. En liten effekt är att växterna binder koldioxid. (Cantor 2008)

I storstäder är temperaturen ofta flera grader högre än i omgivande områden. Detta beror på heat island-effekten vilken förenklat innebär att storstadens alla hårdgjorda ytor absorberar värme och ger en högre temperatur i staden än i omlandet både dag och natt. Detta resulterar i omfattande användning av luftkonditionering i många städer vilket slukar mycket energi. Gröna tak minskar andelen hårdgjorda ytor i staden och hjälper till att sänka temperaturen genom att växter binder värme och frigör vatten vilket ger ett bättre mikroklimat med lägre temperatur och högre luftfuktighet. Vegetationen på taken kan också fånga upp partiklar som annars förvärrar heat island-effekten. För att detta ska få någon verklig effekt behöver en stor andel av stadens tak vara vegetationsklädda. (Dunnett & Kingsbury 2008)

Liksom all grönska har gröna tak förmågan att fånga partiklar som annars förorenar inandningsluften i staden, men liksom för minskning av heat island-effekten gäller att större områden med gröna tak behöver finnas. Forskningen har ännu inte nått särskilt långt när det gäller partikelupptag hos extensiva tak. (Ibid)

Mängden dagvatten minskar

Gröna tak lagrar vatten som kommer vid regn och mycket avdunstar istället för att ledas bort i dagvattensystemet. Dagvattenavrinningen kan minska med hälften om det finns vegetation på taket, ännu mer om det är ett intensivt grönt tak. (Ibid) När det kommer intensiva ihållande regn blir avrinningen inte så mycket mindre men toppflödena fördröjs cirka 20 minuter vilket minskar risken för översvämning (Bengtsson 2002). Fördröjningen av flödestoppar gör också att reningsverken har bättre möjligheter att hinna med och risken att dagvatten och avloppsvatten blandas och rinner ut mer eller mindre orenat minskar. För att detta skulle vara en verklig effekt skulle en stor del av taken inom upptagningsområdet behöva vara gröna tak. Under torra perioder sker det ofta ingen avrinning alls och det finns taksystem som lagrar överskottsvatten och sedan använder det för bevattning. (Cantor 2008) På vissa platser kan dagvattenavgifter bli lägre och det finns bidrag till anläggandet av gröna tak (Dunnett & Kingsbury 2008).

Ekonomi

Den främsta ekonomiska fördelen är att vegetationen har en isolerande verkan och på så sätt ökar livslängden på takbeläggningen och minskar kostnaderna för uppvärmning och nedkylning. Solceller blir också effektivare när de placeras på ett grönt tak. Detta eftersom de har högst verkningsgrad inom ett visst temperaturspann och vegetationen på taket motverkar stora temperatursvängningar vilket gör gröna tak svalare under dagen än vanliga tak. (Cantor 2008)

Uppbyggnad av ett extensivt grönt tak

Här beskrivs uppbyggnaden av ett grönt tak uppifrån och ned:

När man väljer växter till ett tak måste man naturligtvis ta hänsyn till jorddjup, om taket ska bevattnas och platsens klimat. De egenskaper man ska leta efter hos växter som kan passa på tak är att de ska vara torktåliga men samtidigt tåla mycket vatten emellanåt, de ska tåla höga temperaturer, vara vindtåliga och särskilt växter på tunna substrat måste tåla ihållande kyla. Utseendemässigt är positiva egenskaper om de är låga, mattbildande och sprider sig med utlöpare. Växter som har suckulenta, silvriga, städsegröna eller läderartade blad kan passa bra i i den torra takmiljön liksom de växter som har ett kompakt taggigt växtsätt, övervintrar som lökar, eller har ett grunt rotsystem (Dunnett, Kingsbury 2008).

Takjorden/växtsubstratet som finns i färdiga mattor och som används vid platsbyggnad är en mineraljord med låg halt organiskt material för en långsammare nedbrytning och bättre motståndskraft mot brand. Man använder sig av långtidsverkande gödselmedel för så litet näringsläckage som möjligt (greenroof.se).

Erosionsskydd är inbyggt i prefabricerade mattor och består av ett tredimensionellt nylonnät. Detta är främst viktigt vid brantare lutningar och kan uteslutas på platta tak, de används alltid i prefabricerade mattor.

Fiberduk kan användas för att inte blanda lagren.

Dräneringslagret är viktigt för att växterna inte ska drabbas av syrebrist på grund av pölar, för att undvika erosion och för att taket ska kunna lagra en viss mängd vatten. Det finns ett antal olika material som kan användas i ett dräneringslager, vilken som passar ett specifikt projekt beror på det gröna takets tänkta vikt, lutning och om man har ambitionen att skapa ett tak som gynnar biologisk mångfald.

Grus/kross/singel är billigt och kan gynna den lokala faunan (bland annat insekter och fåglar) men det är tungt och lagrar vatten dåligt.

Kross av lavasten, leca eller tegel lagrar vatten och näring bra och är dessutom ett bra habitat för flora och fauna.

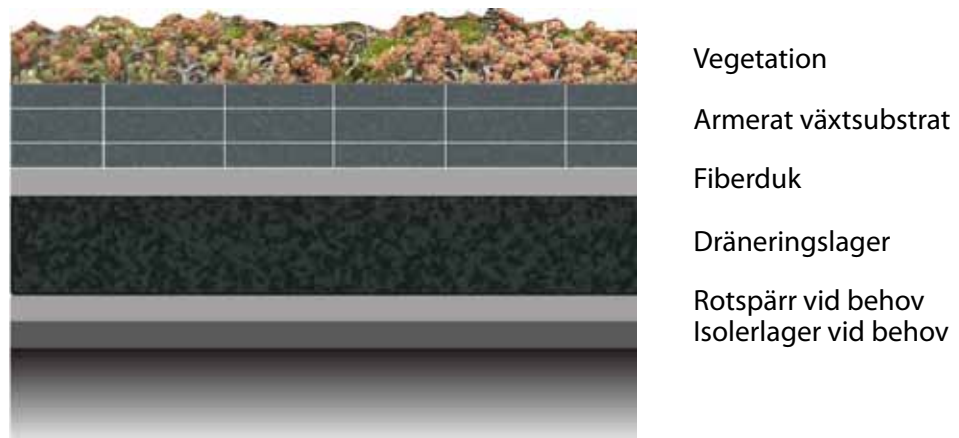
Stenull är mycket lätt och kan hålla vatten länge men näringsämnen hålls kvar dåligt och det är energikrävande att göra sten till ull.

Plastmattor med pressade skålar är lätta och lagrar vatten jämnt över taket. De är också lätta att transportera och installera. Bristerna med dessa plastmattor är att de inte lagrar näringsämnen, att de blir mycket torra när de väl torkat ut (även om det tar ganska lång tid) och att plasten är gjord av olja som är en icke förnybar resurs (greenroof.se).

VT-filt tillverkas av textilfibrer och används som dränerande och vattenhållande lager på lutande extensiva tak (www.vegtech.se).

En rotbarriär för att skydda taket från rötter kan vara gummimatta, skikt av koppar eller kemiskt hinder genom gift. I Sverige används vanligen rotspärr endast under intensiva och semi-intensiva vegetationstak och då med plast eller gummimatta.

Ett isoleringslager kan användas som isolering ärett av huvudsyften med det gröna taket (Cantor 2008).



Principsektion över uppbyggnad av ett grönt tak

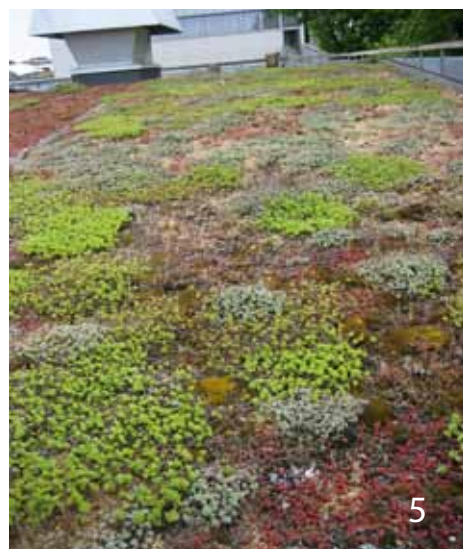
Tabell 4.

En mer subjektiv fördel är att ökad andel grönyta kan höja statusen på ett område. Många upplever det som positivt att ha något vackert att blicka ut över eller om det finns möjligheter till uteplatser på ett intensivt grönt tak. Uteplatser med grönska på taket kan skapa mervärde i fastigheten och byggherren kan på så vis utnyttja fler kvadratmeter.

Det går dock inte att komma ifrån en ökad investeringskostnad i byggprojektet eftersom anläggandet av vegetationstäcket kostar. Investeringskostnaderna kan betala sig genom minskade kostnader i längden då taket håller längre och isolerar. (Cantor 2008) Det är inte alltid investeringen betalar sig för den enskilde byggaren eftersom han eller hon inte får ekonomisk vinning av fördelarna för samhället i stort. (Söderblom 2009-02-16) En ökad investeringskostnad vägs ibland upp av att miljömedvetenhet upplevs som positivt. Hos exempelvis företag kan en sådan bild vara värdefull i marknadsföringssyfte. I USA finns det ett poängsystem för byggnader med uthållig design, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) Ett grönt tak kan ge många poäng i LEED-systemet och det är mycket positivt för ett projekt ekonomiskt. (Dunnett & Kingsbury 2008)

Nya habitat kan skapas

På vissa typer av gröna tak etableras en flora och fauna som kan bidra till den biologiska mångfalden, särskilt i täta städer. På vissa platser har det skapats lämpliga habitat för utrotningshotade djur och växter. Växter, insekter och ryggradslösa djur som kommer från ruderata miljöer lämpar sig väl för takmiljön och har annars ofta krympande habitat. (<http://www.greenroof.se> 2009-01-14) Ett tak som är anpassat för att främja biologiska värden är inte av den tunnaste typen och ytan är kuperad för



att få variation. Ofta används fuktiga delar och små dammar blandat med områden med torktåliga buskar och örter. Död ved kan användas för att få fåglar att trivas. "Brown roofs" är ett begrepp för tak där olika kross från byggplatsen används som substrat på taket. Dessa tak är billiga och passar bra för fåglar. (Dunnett & Kingsbury 2008) Gröna korridorer i städer kan i viss mån byggas ihop eller utvidgas med gröna tak men taken kan inte ersätta sammanhängande vegetation i marknivå.

Nya grönytor

Gröna tak kan lämpa sig väl för uteplatser på bostäder och arbetsplatser där de har möjlighet att bli trevliga mötesplatser. Särskilt lyckat kan det vara i anslutning till industrier eller tätbebyggda områden som saknar grönytor. (Cantor 2008) Uteplatser på tak i anslutning till bostäder kan bli tryggare platser än exempelvis parker kvällstid (Dunnett & Kingsbury 2008). En fara med detta är visserligen att det därför skulle vistas färre människor i parkerna och att de därför skulle kunna bli otryggare.

Vegetationsklädda tak kan vara visuella tillskott som kan ses från högre omgivande byggnader och upplevas på nära håll om det går att ta sig ut på taken. Både extensiva och intensiva gröna tak skiftar med årstiderna och har blomning. (Cantor 2008) Det går även att gestalta med mönster för ett ovanifrån perspektiv. Detta spås bli allt intressantare med sökmotorer som Google Earth, Eniro och Hitta där alla kan se byggnader från ovan. (Falk 2007) En trevlig utsikt har också visat sig ha positiva hälsoeffekter (<http://www.greenroof.se> 2009-01-14).

Ljudisolering är en annan positiv effekt hos gröna tak. Särskilt flygplansbuller som kommer uppifrån har kunnat reduceras (<http://www.zinco-greenroof.com> 2009-02-03).

Fördelar och nackdelar

Generellt sett är texterna vi läst om gröna tak mycket positiva och det kan vara rimligt att se på dem med kritiska ögon. Eftersom fenomenet har fått stor spridning först på senare tid är underlaget av undersökningar fortfarande begränsat och därmed är också de väl underbyggda faktaunderlagen ännu få.

Vilka fördelar hos gröna tak som värdesätts varierar över världen. I Tyskland betonas främst de miljömässiga fördelarna såsom att det skapas nya habitat där gamla gått förlorade och minskad mängd dagvatten. I Nordamerika har de ekonomiska fördelarna varit viktiga för spridningen. I Norge kopplas gröna tak till kulturarvet medan gröna tak i Storbritannien mer ses som en ny teknologisk produkt. (Dunnett & Kingsbury 2008)

Fördelar och nackdelar med gröna tak finns i olika skalor. Exempelvis behöver många tak få vegetation för att dagvattenavrinningen ska påverka ett reningsverk men annat såsom förbättrat mikroklimat och isoleringsförmåga påverkar varje enskild byggnad. (Ibid)

1. Extensiv takvegetation 2. Fågelholk med grönt tak i förgrunden 3. Vinterbild på takvegetation i mönster på Augustenborgsbotaniska takträdgård, Malmö 4-8. Olika typer av extensiv takvegetation 9. Extensiva biologiska tak på flerbostadshus i Zurich, Schweiz

Lästips

<http://www.greenroof.se> , Scandinavian Green Roof Association och Augustenborgs botaniska takträdgård

Green Roofs in Sustainable Landscape Design av Cantor

Planting Green Roofs an Living Walls av Dunnett & Kingsbury.

<http://www.vegtech.se> , leverantör av gröna tak

Besökstips

Augustenborgs botaniska takträdgård, Malmö

Utvärdering

P – Fysiska resurser

Tak med vegetation blir tyngre. Om vegetationen är extensiv är skillnaden liten men vid intensiv vegetation behöver husets konstruktion och takets bärförmåga anpassas efter en ökad vikt.

Dagvattenavrinningen från ett vegetationsklätt tak är cirka 50 % mindre. Detta är i de allra flesta fall något positivt men det kan också tänkas att en ökad avdunstning inte är positivt på platser med vattenförsörjningsproblem.

Taken har en isolerande effekt, framförallt för att stänga ute värme och minskar på så sätt energiförbrukningen.

Gröna tak har en ljudisolerande effekt, speciellt från ljud riktat uppifrån som flygplansbuller.

Om det i staden finns en stor andel gröna tak i en stad kan det sammantaget ge goda effekter såsom minskad heat island-effekt, mindre partiklar i luften, staden kan slippa bygga ut sitt dagvattensystem och vegetationen kan binda koldioxid.

Det kan finnas säkerhetsrisker om mycket människor vistas på tak, i synnerhet barn kan klättra på taket och trilla ned.

E – Ekonomiska resurser

Vegetation på taket förlänger livslängden på takmembran då de skyddar dem från UV-strålning och stora temperaturskillnader.

Vegetationsklädda tak kan minska uppvärmnings- och framförallt nedkylningskostnaderna.

Solceller som installeras på tak blir effektivare när de placeras på ett grönt tak.

Ökad investeringskostnad i byggprojektet kan betala sig i längden genom minskade kostnader då taket håller längre och energi kan sparas. Det är inte alltid investeringen betalar sig för den enskilde byggaren eftersom han eller hon inte får ekonomisk vinning av fördelarna för samhället i stort.

Ökade kostnader på grund av annan dimensionering av takets bärförmåga. (Se tabell 2 om takets ökade vikt)

Ökad andel grönyta kan höja statusen på ett område och miljömedvetenhet upplevs ofta som positivt.

I vissa länder eller städer kan uppförandet av ett grönt tak innebära minskade dagvattenavgifter eller bidrag till anläggandet.

Skötseln kan bli omfattande på tak med intensiv vegetation motsvarande park eller trädgård.

B – Biologiska resurser

Om utformningen anpassas kan det etableras en flora och fauna på taken som kan bidra till den biologiska mångfalden och i vissa fall kan habitat för utrotningshotade djur och växter skapas.

Människors tillgång till gröna platser i staden kan bli större vilket ger ökad hälsa.

O – Organisatoriska resurser

Dagvattensystem kan avlastas genom minskad avrinning från gröna tak vilket kan göra att samhället slipper kostsamma ombyggnader.

I Tyskland finns det lagstiftning som säger att om mycket mark tas i anspråk för en byggnad kan ett grönt tak vara ett villkor för att byggaren ska få tillstånd att bygga. Det kan också styra vilken typ av grönt tak som ska byggas.

S – Sociala resurser

Gröna tak kan lämpa sig för uteplatser och skapa mötesplatser särskilt i anslutning till industrier eller tätbebyggda områden som saknar grönytor.

Uteplatser på gröna tak är oftast till för de boende och blir på så sätt tryggare platser än exempelvis parker om kvällen. Samtidigt kan parker bli otryggare om färre människor vistas i dem.

C – Kulturella resurser

Gröna tak är ingen ny uppfinning utan torvtak med gräs på har funnits i Norden i hundratals år. I vissa fall kan intensiva gröna tak vara att bevara eller synliggöra den lokala historien även om motiven för gröna tak inte är desamma idag som då torvtak anlades

A – Estetiska resurser

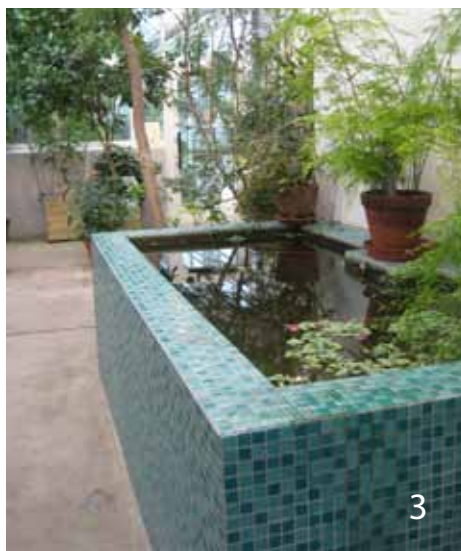
Vegetationsklädda tak kan vara visuella tillskott både på avstånd och på nära håll med mönster, blomning och höstfärger



2



1



3



4



5



6



7



8



9

Växthus

Bakgrund

Det finns många varianter på växthus både i fråga om konstruktion, storlek och användningsområde. Dels finns växthus för det kommersiella syftet att driva upp växter men också små växthus som används av privatpersoner. De fristående hobbyväxthusen är mycket vanliga och där finns ofta ingen uppvärmning så de används endast sommartid för odling. Växthus kan också vara kopplade till ett hus, där husets fasad utgör den ena väggen. Dessa blir då mer isolerade än de fristående men får lite mindre solinstrålning. De brukar benämnas som vinterträdgårdar eller uterum. I detta arbete undersöks hur växthus i anslutning till byggnader i offentlig miljö kan utformas. Syftet med ett sådant växthus är att skapa en behaglig vistelsemiljö med mycket grönska.

Förutom rena odlingsväxthus finns de växthus som är ämnade för att förvara känsliga växter vintertid eller uppehålla sig i. Historiskt sett har orangerier varit ett hus med en fasad som till största delen består av fönster där exotiska växter har förvarats vintertid. (Hellberg et al. 2004) I vår samtida arkitektur är det vanligt att använda sig av glas i delar av huset eller i hela husets fasader. Där ges möjlighet att skapa gröna vistelsezoner inomhus som inte behöver gå under namnet växthus. Dessa platser främsta syfte är att skapa en rekreativ miljö och inte en plats att driva fram växter på.

Användning

Klimatet i växthuset påverkas av hur det är konstruerat och i vilket läge det ligger i förhållande till hus och träd som kan skugga. Konstruktionen har många aspekter men fokus ligger här på de fysiska ramarna såsom växthusets ytterskikt, fasaden och marken samt de system som påverkar växthusets klimat inifrån. Ventilationen kan innebära att mycket energi används för att värma upp kall luft som tas från utsidan, speciellt vintertid. Även kallt vatten som eventuellt tas in för bevattning kan innebära större uppvärmningsbehov medan värmen från eventuell belysningsarmatur bidrar till att värma upp luften i växthuset. (Jordbruksverket 2007)

Placering av växthus

Hur växthuset placeras i förhållande till andra byggnader är viktigt på grund av variationerna i klimatet nära ett hus och är därför starkt beroende av i vilket väderstreck det ligger. Den norra sidan av huset är alltid den kallaste, speciellt om vintern eftersom solen står lågt och växthuset skuggas av huset. Norrsidan kommer om vintern dessutom vara ännu mer utsatt för kalla nordanvindar då alla lövträd fällt sina blad. Grundtanken när fristående växthus planeras för att fungera energieffektivt är att om möjligt låta växthuset ligga utsträckt i öst-västlig riktning med en fasad av glas mot söder för att få många soltimmar som möjligt och en solid och isolerad vägg mot norr. Då minskar värmeförlusterna vintertid via den

Växthus, material och växter: 1. Trädgårdsföreningen i Göteborgs klassiskt utformade växthus 2. Färgstarka papegojblommor 3. Damm/vattenkar klätt i mosaik i Tropiska växthuset, Uppsala 4. Citronträd i kruka 5. Glasbubblan, växthus och mötesplats för boende av Monika Gora i Västra hamnen, Malmö 6. Markbeläggning av skiffer 7. Granatäppelträd i Edvard Anderssons växthus i Bergianska trädgården, Stockholm 8. Ventilationsluckor nedtill på ett växthus 9. Marktäckare som klättrar ut över markstenen

Värme i växthuset

Ett växthus värmebehov kan uttryckas genom formeln:

Värmebehov = (läckage + strålning + konvektion + kondens + värmeledning) - sol

Läckaget är värmen som läcker ut i sprickor och fogar, öppningar för dörrar och fönster.

Strålningen är värmestrålning som går genom fasaden

Konvektionen och värmeledning är tätt sammanbundna. De påverkas av ett materials värmeledande förmåga. Det är den process då värme rör sig från ett medium till ett annat, exempelvis från glas till luft. Om värmen snabbt leds genom väggen kan konvektionen bli stor. Det som påverkar konvektionen mest är hur snabbt luften rör sig närmast fasaden. När det blåser och värmen från fasaden värmer den svala luften blir värmeförlusterna större. Det är därför klimatmässigt gynnsamt att huset och framför allt växthuset ligger i lä.

Kondensationen sker när fuktigheten i varm luft kyls av mot en yta och går från gas till flytande form.

Tabell 5. (Växthusteknik, 2007)

norra väggen. Detta är speciellt viktigt på platser i kalla klimat som ligger på en hög latitud där solen inte stiger så högt på himlen under vintern, som i Sverige (Mazria 1979). Det största problemet för inomhusklimatet i ett välisolerat modernt växthus behöver inte vara att det blir för kallt om vintern utan att det blir för varmt under sommaren enligt Lars Forsberg på Universeum. (2009-02-18)

Värme

Växthusets klimat påverkas av husets konstruktion och hur mycket värme som tillförs. Värme från solens strålning är en viktig del men även värme från belysning eller från det uppvärmningssystem som väljs. Temperaturen påverkas också av luftfuktigheten och hur väl värme leds genom växthusets fasad, marken under samt genom ventilationen. Växthusets konstruktion måste anpassas efter det klimat som önskas. Det kan sträcka sig från tropisk klimat till medelhavsklimat eller vara svalare och växla med årstiderna.

Luftfuktighet

Att nå en väl anpassad luftfuktighet är mycket viktig för att växterna ska må bra. Endast rätt temperatur räcker inte utan det måste kombineras med rätt luftfuktighet. Luftfuktigheten påverkar i första hand växternas transpiration. Transpirationen är den del i växtens vattenförsörjning där växterna släpper ut vattenånga genom bladens klyvöppningar. Transpirationen påverkas av skillnaden mellan växtens och luftens ångtryck. Inne i växten är luftfuktigheten 100 % medan luftfuktigheten utanför varierar. Ju större skillnaden är desto högre blir växtens transpiration. Är luftfuktigheten låg blir växtens transpiration hög och växten riskerar vattenstress. Är den för hög avstannar näringstransporten vilket också är negativt. (Jordbruksverket 2007)

En allt för hög luftfuktighet ökar också risken för svampangrepp i växthuset. Att minska kondensation i växthuset är viktigt för att skydda mot sjukdomar som kan drabba växterna men också för att minska risken för att något i konstruktionen rostar. Eftersom kondenspunkten styrs av luftens ånghalt i förhållande till värmen i växthuset kan kondensationen regleras antingen med avfuktning av en luftavfuktare, ventilation eller ändrad temperatur. (Ibid)

Ventilation

Ventilation används både för att ventilerar ut värme och fukt från växthuset. Eftersom värme stiger kommer varm luft att samlas längst upp i växthuset bör ventilationsluckorna sitta vid takets högsta punkt. Som komplement till luckorna högt uppe i växthuset kan lågt sittande luckor ge en skorstenseffekt. Den varma luften längst upp ersätts då med svalare luft underifrån och cirkulationen underlättas. För att kunna ventilerar i olika väderlägen bör det finnas luckor i olika väderstreck så att de luckor som ligger i lä kan öppnas. Allt detta kan förstås regleras automatiskt genom sensorer kopplade datoriserade styrningsprogram (Ibid). Om värmen inte behöver ventileras ut används ofta stora fläktar som roterar sakta och på så sätt skapar cirkulation genom att pressa ner den varma luften som annars samlas vid taket. (Forsberg 2009-02-18)

Glas och fasad

Val av material är viktigt då deras egenskaper påverkar fasadens isoleringsförmåga och växthusets energibehov. Hur mycket värme som leds ut genom material i väggar och tak bestäms av hur snabbt och hur mycket värme som rör sig genom materialet. Utifrån mätningar görs beräkningar för att få fram en värmegenomgångskoefficient som är specifik för just den produkt eller konstruktion det gäller. Detta kallas för U-värde. Ett lågt u-värde innebär att materialet har en god isolerande förmåga. (Jordbruksverket 2007) Glas isolerar inte lika bra som solida väggar men glasen har utvecklats och fått bättre isolerande egenskaper. Det som påverkar hur bra isoleringsförmåga ett fönster har är hur många lager glas det finns och om det finns en isolerande gas mellan rutorna (Bokalders & Block 2004). Enligt Professor Clas-Göran Granqvist (2009-02-24) som vi pratade med för att diskutera ”smarta fönster” är de isolerande fönster som finns på marknaden idag så bra som det går att framställa och han väntar sig inga nya genombrott där den närmaste tiden.

Antalet lager glas i fasaden påverkar isoleringsförmågan men också solinstrålningen. Christina Grusell (2009-01-29) påpekade dock att ju fler lager glas som används i växthusets fasad desto större del av solstrålarna reflekteras bort. På våra breddgrader kan allt för många lager glas leda till en allt för mörk inomhusmiljö för växterna. De solskyddsfönster som finns på marknaden idag bygger på att det finns ett permanent solskydd i glaset. Ett framtida alternativ kan vara fönster som täcker bra soliga dagar men som släpper igenom tillräckligt mycket strålning mulna dagar. Det skulle kunna vara fönster likt de som tas fram på Uppsala Universitet via företaget Chromogenics. Idag är dessa fönster under utveckling och för dyra att massproducera. (Granqvist 2009-02-24) I dessa fönster ligger skuggningsmembran på eller mellan glasen i ett fönster. Skuggningseffekten uppnås då en svag elektrisk spänning läggs över filmen och den då förflyttar joner från ett skikt till ett annat. När detta händer mörknar filmen och en skuggeffekt uppnås. På detta sätt kan glaset snabbt växla mellan att ha full instrålning eller effektiv skuggning. (<http://www.chromogenics.se> 2009-04-05)



Förutom speciella isolerglas finns även glas med speciella bullerdämpande egenskaper. I bullerutsatta lägen kan det vara motiverat att använda sådana. Bullerdämpande glas kan antas reducera bullret med åtminstone 30 dBA. (<http://www.saint-gobain-glass.com> 2009-04-01)

För att växthuset ska vara så väl isolerat som möjligt är det inte bara glaset som måste ha ett bra u-värde, även stommen som det är monterat på måste vara väl isolerad så att kylan inte leds in denna väg. (Grusell 2009-01-29) En aluminiumspröjs som snabbt tar upp temperaturskillnader påverkar rummet så att det blir svalare när det är kallt ute jämfört med en träspröjs som inte leder värme lika bra. (Jordbruksverket 2007) Det finns även nya typer av lister vars låga u-värde minskar risken för köldbryggor i fasaden. (<http://www.emmabodallas.sggs.com> 2009-05-13)

Ur hållbarhetssynpunkt är glas ett bra material då själva glaset i huvudsak består av kvartssand (Jordbruksverket 2007). Dessutom används pantglas för att tillverka fönsterglas. (Bokalders & Block 2004) En viktig del för att minska energiförlusterna vintertid är att skapa en sluss in i växthuset. Den typen av konstruktion brukar kallas för vindfång och de är mycket vanliga på passivhus för att minska värmeförlusterna (Ibid). Vindfånget gör att dörren inte öppnas direkt ut i det kalla ytterklimatet. Detta är speciellt viktigt om det finns växter som är känsliga för kyla i växthuset (Lagerström 2009-02-25).

Marken

Det finns olika möjligheter att konstruera golvet i växthuset. Alternativen som finns är att ha öppna växtbäddar med kontakt med marken, att ha upphöjda växtbäddar anlagda på ett solitt golv eller att odla växterna i kruka. För att få gynnsamma förhållanden nära fasaden och i växtbäddarna krävs att växthusets grund är väl isolerad, annars kommer det bli för kallt och växterna som står närmast väggen riskerar att frysa ihjäl. (Jordbruksverket 2007)

Djupet på växtbäddarna ska vara anpassade efter storleken på de växter som används och hur mycket utrymme de behöver under mark. Vissa växter kan passa bättre att plantera i kruka då de med fördel flyttas utomhus under sommarmånaderna. Växter med speciella krav på vatten och näring är lättare att ta hand om när de har en egen växtbädd. Lämplig jordblandning bestäms efter vilka växter som kommer att användas i växthuset.

Golvets konstruktion och material men även färgen påverkar hur mycket värme från den direkta solinstrålningen som kan lagras i golvet och jämna ut temperaturen i växthuset. Vatten är också ett effektivt medium att lagra värme i. (McCullagh 1978)

Växthus, material och växter: 1. Damm med vattenväxter, både praktisk och vacker 2. Kamelia blommor på vårvintern 3. Kalla trivs i fuktiga miljöer 4. Eldkrona finns i många storlekar och färgsättningar 5. Upphöjd planteringsbädd 6. Kastanjevin, en städsegrön och frodig klätterväxt 7. Agave, en klassisk orangeriväxt 8. Städsegröna växter i stora planteringsytor, växthuset i Bergianska trädgården, Stockholm 9. Krypande marktäckare

Belysning

Solens ljus är elektromagnetisk strålning som rör sig i vågor. Vi människor uppfattar bara en viss del av detta som synligt ljus. Ljus med längre våglängd upplever vi som värmestrålning. Det synliga ljuset som vi uppfattar sträcker sig i ett färgspektrum beroende på ljusets våglängd från rött, orange, gult, grönt, och blått som har den kortaste våglängden och ligger mellan 400-700 nm. Det är även ljus av denna våglängd som växterna använder i fotosyntesen, den kallas även för fotosyntetisk aktiv strålning (Schüßler, Fakta Trädgård-Fritid 1999).

Om sommaren är det i Uppsala goda ljusförutsättningar men när det under vintern blir mörkare är det extra viktigt att använda sig av ljus med rätt färgsammansättning och intensitet för att växterna ska kunna använda det i fotosyntesen och få en god tillväxt. Är ljuset för svagt, våglängderna för långa i förhållande till kortvågigt ljus blir de flesta växter långa och gämliga. Ger belysningen istället mer kortvågigt ljus blir växterna kortare och sätter fler sidokott. Detta förutsätter att lamporna inte hänger för långt bort från växterna (Ibid). Idag används oftast metallhalogenlampor som har ett behagligt vitt ljus (Ericsson 2009-02-23).

Växter och skötsel

Valet av växter baseras på det uttryck som önskas i gestaltningen och att de klarar av det klimat som kommer att vara i växthuset under olika tider på året. För att även på lång sikt nå eller behålla det önskade resultatet bör det göras ett program för hur pass stora de olika växterna får bli. På så sätt kan det undvikas att växterna blir för stora och att de växter som placeras utomhus om sommaren inte kan flyttas ut.

För att växthuset ska fungera bra och att det ska vara möjligt att njuta av växterna krävs det att skötseln utförs av personer med rätt kompetens. Om målet är att satsa på stora fina växter i växthuset måste de skötas så att de kan ge ett gott intryck.

Ska växter flyttas ut under sommarmånaderna behöver det finnas en plats i skugga där växterna kan akklimatisera sig då direkt solljus skadar växterna den första veckan (Lagerström 2009-02-25). En risk med att ha växter i stora krukor utomhus är att de kan vara stöldbegärliga. Om växterna ska placeras ute är det viktigt att de kärl de står i är så tunga att det inte är mödan värt att stjäla dem.

Vid anläggning och förvaltning av växthuset är det viktigt att använda sig av jord av god kvalitet som är anpassade till växterna som kommer att användas i växthuset.

Bevattning

En viktig energibesparande åtgärd när det gäller växternas skötsel är att vattnet som man ska bevattna växterna med kan värmas upp. På så sätt behöver inte växthuset värmas extra mycket för att värma det kalla vattnet som förs in i växthuset (<http://www.progro.se> 2009-02-23). Växterna kan inte heller tillgodogöra sig vattnet om det är för kallt. Vattentemperaturen bör ligga på 10-15° C (Lagerström 2009-02-25). I en offentlig miljö bör bevattningen till största delen vara automatisk och droppbevattning i växtbädden är vad som brukar fungera bäst i sådana sammanhang (Grusell 2009-01-29).

Lästips

Växthusteknik utgiven av Jordbruksverket

Kort och knubbig eller lång och gänglig – vad styr växters form? I serien Fakta Trädgård-Fritid, 69/1999 av Schüßler

Besökstips

Botaniska trädgården i Uppsala, Tropiska växthuset och Orangeriet

Edvard Anderssons växthus i Bergianska trädgården i Stockholm

Universum i Göteborg

Utvärdering

P – Fysiska resurser

Med rätt konstruktion kommer växthuset att vara väl isolerat och kunna bidra till ett behagligt klimat inomhus och i växthuset genom värmeväxling.

Glas är ett återvinningsbart material.

Många fogar i fasaden innebär större risker för värmeförluster.

Värme kan bli ett problem sommartid.

Slussen in till växthuset är viktig vintertid för att minska värmeförluster.

Växthus och uterum förlänger ”utomhussäsongen”.

E – Ekonomiska resurser

Funktionella glas är ett dyrt material.

Skötseln kommer att kräva löpande utgifter.

Uppvärmning och avkylning av växthus medför ökade kostnader.

B – Biologiska resurser

Val av växter är viktigt då de är olika känsliga för skadedjur.

En ny biotop från ett varmare klimat tillförs genom växthuset.

Biologisk bekämpning av skadedjur är positivt ur miljöhänseende.

O - Organisatoriska resurser

Ett väl fungerande klimatsystem är en av de viktigaste komponenterna

Ett program för skötsel av växterna bör upprättas för att nå önskat resultat.

S – Sociala resurser

Som uterum kommer växthus bli trevliga platser att vistas på.

C – Kulturella resurser

Växthus har länge funnits i europeisk arkitektur och har ett stort symbolvärde.

A – Estetiska resurser

Växterna bidrar med både doft-, känsel- och synupplevelser.

Vissa växter kommer ha perioder då de inte tillför nämnvärt till upplevelsen i växthuset.

Om skuggningen är för svag kan problem med för mycket ljus bli påtagligt.

En allt för varm och fuktig miljö kan vara påfrestande att vistas i.



Grön vägg

Bakgrund

Inomhusväggar tätt klädda med växter är något nytt i Sverige men de senaste åren har företeelsen dykt upp på allt fler platser. Gröna väggar har blivit ett populärt exotiskt inslag i inredningen i hotellfoajéer, butiker och på företag. En verklig föregångare inom området med gröna väggar är fransmannen Patrick Blanc som har byggt vegetationsväggar sedan i mitten av 1980-talet. I mitten av 1990-talet började de riktigt stora väggarna byggas. Blanc har under många år rest runt i världen, framförallt i regnskogar, för att hitta lämpliga växter och för att förstå hur en grön vägg kan byggas upp så att växterna frodas. Det är framförallt gröna väggar utomhus som Blanc har skapat. Med sin stora kunskap om växter väljer han arter från olika regioner efter väggens plats och klimatförutsättningar. En mycket känd byggnad med växtklädda fasader är Musée du Quai Branly i Paris. Arkitekten bakom projektet är Jean Nouvel och i samarbete med honom utformade Patrick Blanc 800 m² vertikal grönska som har blivit museets kännetecken. (Blanc & Lalot 2008)

Gröna väggar är anpassade för olika temperaturer och vissa kan klara temperaturer ner mot -10° C i kortare perioder (Ibid). Utomhusväggar har fördelarna att de skapar ett behagligt mikroklimat vid väggen, de har viss isolerande förmåga och fåglar trivs i dem. Det sistnämnda kan i vissa fall vara mer problem än en tillgång beroende på väggens placering. (Dahl 2008) I Sverige blir det ofta kallare så därför är det väggar inomhus som etableras här och de flesta är anpassade för 18-23° C. Att växtväggar blivit populära de senaste åren förklaras ofta med att människor trivs med grönska och att gröna miljöer är lugnande. (Ullenius, SvD 2007-02-03) Dessutom är det ur ett inredningsperspektiv spektakulärt med den intensiva grönskan och växternas former mot de många platta ytor och räta linjer som används i dagens inredning av offentliga miljöer.

Användning

Växterna bidrar till ett behagligare inomhusklimat genom att höja rummets luftfuktighet och fånga upp föroreningar i luften. I Nordamerika finns det system med gröna väggar som är speciellt utvecklade för att rena luften från föroreningar. Tekniken bygger på NASA:s forskning kring växters upptag av luftföroreningar. Föroreningarna såsom formaldehyd och bensen tas upp och bryts sedan ner i växternas rotzon. En fläkt hjälper till att föra luften genom växtväggen för mesta möjliga rening. (Margolis & Robinson 2007)

I en artikel om gröna väggar i Svenska Dagbladet (2007-02-03) berättar läkare Kerstin Ejeby att syftet med att anlägga en växtvägg på Gustavsbergs vårdcentral var både estetiskt, medicinsk och mental. Växter förbättrar luften och skapar ett behagligt inomhusklimat säger hon. I samma artikel berättar några av de anställda i en klädbutik med en grön vägg att de trivs med växterna:

Gröna väggar: 1. Närbild där man delvis kan se fickorna växterna är planterade i 2. Växtvägg hos Tema arkitekter, Stockholm 3. Gammal grön vägg utomhus med damm nedanför bland ruiner i Rom 4-5. Grönvägg på advokatbyrån Mannheimer Swartling, Stockholm 6. Takfönster och kompletterande belysning till stor grön vägg 7. Grön vägg av mer naturlig karaktär i Edvard Anderssons växthus, Bergianska trädgården, Stockholm

” Man känner sig lugnare, det blir trevligare atmosfär. Och luften i butiken känns mycket bättre, vi blir faktiskt inte längre trötta och får ont i huvudet framåt eftermiddagarna.” (Ullenius, SvD 2007-02-03) En viss dämpning av ljud upplevs också vid gröna väggar. Undersökningar finns där det redovisas arter som passar särskilt bra för ljuddämpning (Dahl 2008).

Konstruktion

Det finns flera varianter av vegetationsklädda väggar. Den variant som vanligen används inomhus bygger på att en plastskiva först monteras närmast väggen för att skydda den. Väggen bör målas med fuktspärrfärg innan skivan monteras. På plastskivan fästs sedan en väv i flera lager med fickor i vilka växterna planteras. (Ullenius, SvD 2007-02-03) En sådan konstruktion av grön vägg är relativt lätt och väger cirka 20 kg/m² inklusive växter. För att ge växterna stöd fylls fickorna med pimpsten eller perlite. Dessa är lätta och har också god porositet och kan därför hålla mycket växttillgängligt vatten. (Dahl 2008)

I väven monteras droppbevattningen som styrs automatiskt. Bevattningen kan ske på olika sätt, antingen kontinuerligt (Ibid) eller några minuter per dag (<http://www.verticalgardendesign.com> 2009-03-10). Det är viktigt att bevattningen fungerar bra för att växternas rötter inte ska bli för tjocka och skada växtväggen. Bevattning sker med en svag näringslösning som doseras automatiskt. Förutom att det ger växterna näring gör detta att droppbevattningen inte kalkar igen då näringslösningen har ett lågt pH-värde och löser kalken. Lite extra näring är bra i etableringsskedet så att växterna ”växer ihop” snabbt. (Dahl 2008)

Växter

Många växter som kan passa för gröna väggar har hämtats från regnskogens lägre skikt då de ofta klarar sig på lite näring och överlever på lite ljus (<http://www.verticalgardendesign.com> 2009-03-10). Exempel på växter som fungerar bra är epifyter, de växer på andra växter men tar inte näring från dem. Epifyter finns i många växtfamiljer till exempel ormbunkar och orkidéer. (<http://www.ne.se/kort/epifyt> 2009-03-20)

Extra belysning måste användas för att växterna ska trivas och då lämpar sig metallhalogenlampor väl eftersom de ger ett behagligt vitt ljus med strålning i våglängder som växterna kan tillgodogöra sig, och de är dessutom energisnåla. Metallhalogenlampor är relativt dyra i inköp men har en lång livslängd. Högtrycksnatriumlampor fungerar också men har inte ett lika trevligt ljus. Hur mycket belysning som behövs beror av väggens placering, vid ett söderfönster behövs det exempelvis mindre. En grön vägg bör inte placeras vid entréer eller ventilation för växterna inte trivs med temperatursvängningar eller dragiga lägen. (Dahl 2008)

Skötsel

Det viktiga för att få en välfungerande och snygg grön vägg är att växternas krav på ljus, vatten, näring och rätt temperatur tillgodoses (Ibid). När väggen väl är monterad krävs det inte särskilt mycket underhåll eller skötsel. Med jämna mellanrum behöver vissa växter beskäras så att de ser snygga ut och gallra om de breder ut sig. Om någon planta dör behöver den bytas ut. Då luften inomhus är torr blir det sällan problem medflugor och andra insekter. Om växterna dammas av ser väggen snyggare ut och växterna blir också bättre på att ”friska upp” luften. Ofta ingår skötsel ett år efter anläggandet. Vid en investering av en grön vägg ligger större delen av kostnaden i inköpet (cirka 6000-10 000 kr/kvm) eftersom driften inte är särskilt kostsam. (Ullenius, SvD 2007-02-03)

Lästips

The vertical garden: from nature to the city av Blanc

Växtväggar, examensarbete av Dahl

Besökstips

Edvard Anderssons växthus i Bergianska trädgården, Stockholm

Utvärdering

P – Fysiska resurser

Luftfuktigheten höjs något i ett rum med grön vägg vilket är en positiv effekt eftersom vi normalt har mycket torr inomhusluft. En högre luftfuktighet ger högre syresättning av luften.

Luftkvalitén förbättras då växterna binder damm, kvalster och minskar problemen med dålig ventilation.

Gröna väggar ger viss dämpning av ljud. Undersökningar har gjorts där det redovisats vilka arter som passar särskilt bra om luddämpning behövs i miljön där väggen anläggs.

Gröna väggar utomhus skapar också ett behagligare mikroklimat och binder koldioxid. Dessa växtväggar har viss isolerande förmåga.

Temperatursvängningar och drag är ogynnsamma för en grön vägg inomhus, de bör därför inte placeras i direkt anslutning till entréer eller stark ventilation.

E – Ekonomiska resurser

Bättre hälsa hos personal då bättre luftkvalité ger mindre trötthet och motverkar minskad effektivitet på grund av dålig luft

Det är relativt kostsamt i inköp (6000-10 000 kr/m²) med en grön vägg men driftskostnader är låga.

B – Biologiska resurser

En växtvägg blir en grön miljö på platser där det vanligtvis är mycket lite grönska.

En grön vägg är en för torr miljö för att det ska bli problem med flugor och andra insekter.

Utomhusväggar kan fåglar trivas i vilket kan vara både positivt och negativt beroende på placering.

O – Organisatoriska resurser

Eftersom gröna väggar kan vara höga bör det säkerställas att det går att komma åt alla delar för underhåll och skötsel.

S – Sociala resurser

Bättre inomhusklimat ger mindre trötta medarbetare vilket kan ge ett positivt arbetsklimat.

C – Kulturella resurser

I länder med ett gynnsammare klimat är vegetationsklädda väggar ett alternativ som fasadbeklädnad som kan bidra till en ny kultur med mer växter i stadsmiljöer. Fasader har länge klätts med hjälp av klätterväxter men det här är ett sätt som är betydligt effektivare.

A – Estetiska resurser

Ett designtillskott som blir ett iögonfallande inslag.

Reflektioner kring litteraturstudien

Efter att ha gjort litteraturstudien kan vi konstatera att det är olika svårt att hitta relevant information om de valda ämnena. Inom vissa områden finns det bra källor som tar ett helhetsgrepp och samtidigt går ner i detalj, till exempel om gröna tak och om skötsel. Inom andra områden har vi fått leta i många olika källor och då har det varit svårare att få ett helhetsgrepp om fördelar och nackdelar. Ett sådant ämne har varit planering av utemiljö och då i synnerhet om olika materials miljöpåverkan. Inom en del ämnen har vi bara hittat någon eller några källor som till exempel för läplanteringar och lokalt omhändertagande av dagvatten.

Eftersom fokus har legat främst på energiaspekter så har inte alla andra aspekter för hållbarhet vägt in lika tungt. Det har bland annat bidragit till att helhetsperspektivet på hållbarhet har blivit snävare. Bland annat har den övergripande påverkan på platser där material utvinns inte tagits med. Det skulle förstås vara intressant att ta hänsyn även till dessa aspekter men i detta arbete så har det inte varit möjligt. En sådan kartläggning skulle behöva långtgående undersökningar av marknaden för att inte bli allt för generell.

För att få en bättre förståelse av hållbarhet och lättare få med alla aspekter i bedömning med hjälp av PEBOSCA-modellen kan det vara bättre att arbeta med större sammanhang och inte dela upp det allt för mycket innan bedömningen.

Fallstudie Energihuset

Projektet Energihus i Uppsala drivs av STUNS (stiftelse för och samverkan mellan universiteten i Uppsala, stadens näringsliv och samhället) och aktörer i projektet är Uppsala Universitet, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala kommun och Akademiska Hus. Akademiska hus kommer att uppföra byggnaden och sedan hyrs den ut till STUNS. I dagsläget är det ännu mycket som inte är beslutat om utformning och verksamhet i huset.

En attraktiv utemiljö vid Energihuset skulle öka verksamhetens värde genom att projektet skulle bli omtalat. Det skulle också kunna locka andra besökare som är intresserade av utemiljö och på så sätt skulle besökarantalet bli större.



Översikt över platsen:

1. Snedbild från öster över platsen för Energihuset (<http://kartor.eniro.se> 2009-01-24)

2. Flygfoto där den röda rutan markerar det planerade läget för Energihuset (<http://maps.live.com> 2009-04-14)

3. Snedbild från söder med Ångströmlaboratoriet till vänster och officersvillorna högst upp i bilden. Vid markeringen ligger idag ett mindre förrådshus som kommer tas bort vid anläggande av Energihuset (<http://kartor.eniro.se> 2009-01-24)



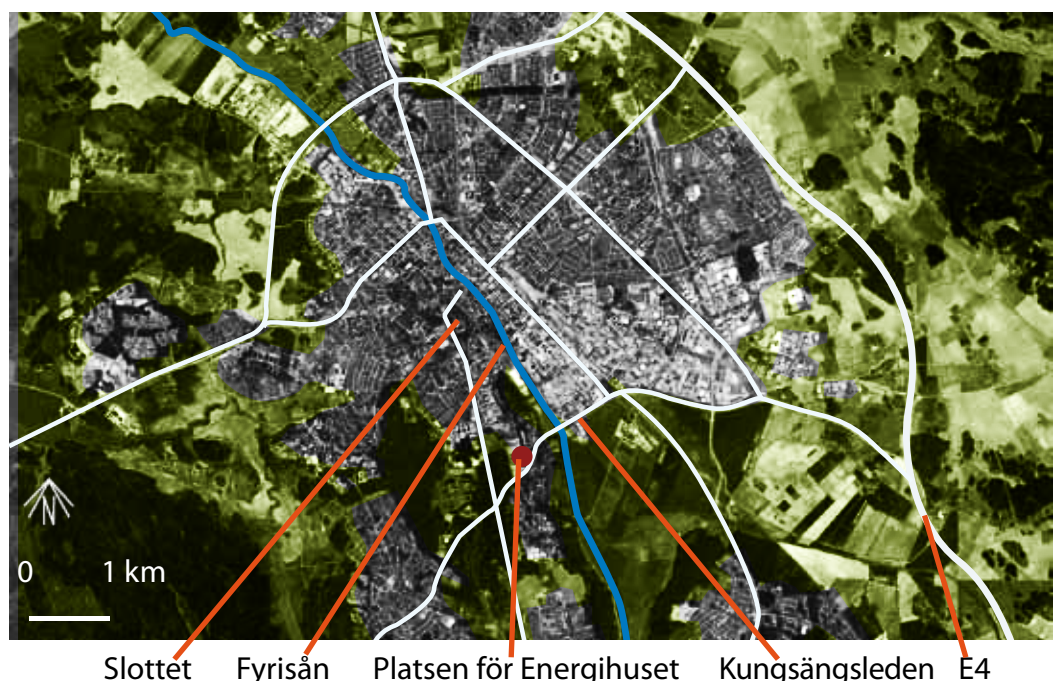
Platsen

Platsen där man planerar att bygga Energihuset ligger på Uppsalaåsen i ett område dominerat av institutioner för Uppsala universitet. Polacksbacken är ett före detta regemente med en tydlig kulturmiljö. Sedan 1995 (<http://www.uppsala.se> 2009-06-14) är flertal av byggnaderna på Polacksbacken klassade som byggnadsminne. Officersvillorna, de tre röda villorna längs med Kungsängsleden med vita knutar som är en del av det före detta regementet på Polacksbacken. Officersvillorna ligger inom skyddsområdet för byggnadsminne. (<http://www.uppsala.se> 2009-06-13) Ångströmlaboratoriet är ett nytt tillskott som stod klart i slutet av 90-talet. (<http://www.akademiskahus.se> 2009-04-25) Energihuset kommer att ligga mellan Ångströmlaboratoriet och Kungsängsleden i linje med Officersvillorna.

Idag är platsen för Energihuset en öppen gräsyta med några artificiellt formade kullar planterade med grupper av lönnar. Platsen påverkas starkt av närheten till Ångströmlaboratoriet och Kungsängsleden. Ångströmlaboratoriets höjd på cirka 25 meter gör att denna dominerar platsen helt. Delar av platsen skuggas av byggnaden och placeringen av Energihuset behöver därför föregås av en skuggstudie. Närheten till den starkt trafikerade Kungsängsleden och de bullernivåer som detta innebär gör att platsen används mycket lite idag. Norr om området upp mot Lägerhyddsvägen ligger en boulevard och två beachvolleybollplaner. Det finns i närhet till platsen alltså en hel del aktivitet idag.

I det omgivande landskapet finns det tallskog som trivs på åsen. På östra sidan av Ångströmlaboratoriet ligger Kronparken med mycket gammal tallskog och typiska arter för den biotopen. På andra sidan Kungsängsleden i Ulleråker finns också öppen tallskog blandad med bebyggelse. Västerut ligger Fyrisån och bortom denna breder jordbrukslandskapet ut sig (<http://www.uppsala.se> 2009-04-25).

Klimatmässigt ligger Uppsala på gränsen mellan odlingszon tre och fyra. (http://www.tradgard.org/svensk_tradgard/zonkarta/zonkarta_stor.html 2009-05-03). I takt med att klimatförändringarna fortgår kan det bli aktuellt att revidera zonkartan vilket senast gjordes 1993. (http://www.tradgard.org/svensk_tradgard/zonkarta/ny_zonkarta.html 2009-05-03)



Förutsättningar

Buller

Kungsängsleden som är en starkt trafikerad trafikled passerar platsen där Energihuset kommer att ligga. Vid inventeringen noterades att bullret var störande och därför genomfördes en mycket enkel bullermätning för att få en uppskattning av vilka bullernivåer det rörde om. Detta gjordes med hjälp av Olof Öhlund, student med inriktning på meteorologi och bullernivåer. Mätningarna genomfördes den 1 april mellan 16.45 – 17.00 2009, det blåste en svag vind från norr och solen sken. En mätning gjordes på var plats och varje mätperiod var 5 minuter lång. Mätplats ett var närmast vägen vid den plats där växthuset planeras ligga. Den andra mätplatsen låg längre in ungefär där uteplatsen kommer att börja (se analyskartan på sidan 96).

Hastighetsbegränsningen vid platsen är 70 km/h. Kungsängsleden är kopplad till E4:ans södra påfart/avfart. Den är också viktig som förbindelse mellan Dag hammarkölds väg och Boländernas industriområde med många arbetsplatser och köpcentrum.

Vid mätplats ett uppmätte vi ett buller på 75 dBA och på den andra mätplatsen låg bullernivån på 57dBA (se analyskartan på sidan 96). Bullret från trafiken kommer dels från bilarnas motorer men det är däckens som genererar merparten av ljudet (Nagelitsch 2009-04-02).

Vid en sänkning av ljudet med 8-10dBA skulle det upplevas som en halvering av ljudnivån. Om ljudnivån överstiger 60dBA blir det svårt att föra ett samtal utan att höra rösten om man står 2 meter från varandra (Åkerlöf & Byman 1998).

Naturvårdsverket har tagit fram rekommendationer för bullernivåer. Dessa gäller både för bostäder, vårdinrättningar och arbetsplatser. Enligt Anders Örn på Akademiska Hus är det dessa som företaget har valt att följa (2009-03-05).

De riktvärden vi tar hänsyn till i vår gestaltning är de som gäller för utomhusmiljöer vid arbetslokaler. Med tanke på att föreläsningslokaler finns i byggnaden har vi som mål att dessutom nå riktvärdena för undervisningslokaler (se tabell 6 för gränsvärden).

Motivet med mätningarna var också att få en uppfattning om det går att skapa en uteplats med ljudnivåer som ligger inom rådande rekommendationer. Perioden då bullret mättes på de båda platserna var endast 5 minuter lång. Det skedde dessutom endast vid ett tillfälle på vardera ställe. Mätningarna är därför inte representativa. För att nå ett korrekt medelvärde behövs det längre mätperioder och fler mätningar på fler ställen samt under olika tider på dygnet under en längre period.

Förutsättningar på platsen: 1. Platsen är utsatt för höga bullernivåer då Kungsängsleden är starkt trafikerad med bland annat tung trafik 2. Vind



1



2

Naturvårdsverkets förslag till riktvärden för buller från vägtrafik

Lokaltyp eller områdestyp	Ekvivalentljudnivå i dBA för dygn	Maximal ljudnivå i dBA
Utomhus		
Vid permanentbostäder, vårdlokaler och undervisningslokaler	55 ¹	-
Rekreationsområden i tätbebyggelse	55 ¹	-
Vid arbetslokaler	65 ¹	-
Inomhus		
Permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler	30	45 ²
Undervisningslokaler	30	-
Arbetslokaler	40	-
Utomhusområden med låg bakgrundsnivå		
Friluftsområde avsatt i kommunal översiktsplanering	40 ¹	-
Bostadsområden med låg bakgrundsnivå utan andra aktiviteter än boende	45 - 50 ¹	-

1) Riktvärdena gäller för frifältsvärde utanför fönster eller fasad eller för värden som har korrigerats till frifältsvärden. Värdena gäller även för uteplatser, lekplatser och balkonger vid permanentbostäder och undervisningslokaler.

2) Avser boningsrum.

Tabell 6. (<http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Buller/Buller-fran-vagtrafik/Riktvar-den-for-buller-fran-vagtrafik/> 2009-04-01)

Frekvenser av vindriktning (%) under 2006

Station	N	NO	O	SO	S	SV	V	NV	Lugnt
Uppsala F1	12,8	7,4	6,8	8,6	15,0	20,3	10,2	12,0	7,0

Tabell 7. (Alexandersson 2006)

Medelvärden av vindhastighet (m/s)

Period	Station	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Medel
1961-1990	Uppsala F1	4,0	3,8	3,9	3,9	4,0	3,5	3,2	3,3	3,7	3,8	3,9	4,0	3,8
1990-2004	Uppsala F1	4,0	4,0	4,0	4,0	3,8	3,5	3,0	3,1	3,3	3,5	3,6	3,8	3,6

Tabell 8. (Alexandersson 2006)

Vind

Den förhärskande vindriktningen i Uppsala är från sydväst. De kallaste vindarna kommer däremot från norr (Wembling, Fakta trädgård fritid 1999). Det blåser som mest mellan oktober till maj. Under de varmaste månaderna på året (juni-september) blåser det betydligt mindre. För att få en känsla för hur mycket olika vindhastigheter påverkar omgivningen har SMHI tagit fram en tabell som redovisar vindens verkningar vid olika vindhastigheter (se tabell 1 på sidan 39).

I tabell 4 och 5 kan medelvindhastighet och vindriktning utläsas från data som vi samlat från SMHI:s hemsida. Mätningarna är gjorda vid mätstationen Uppsala F1 utanför staden under perioden 1961-2004 (Alexandersson, SMHI Meteorologi 2006).

Geologi

De geologiska förutsättningarna på platsen för Energihuset beror i första hand på Uppsalaåsen, den geologiska markformation som dominerar landskapet och formar staden. Uppsalaåsen är en isälvsavlagring som sträcker sig som en rygg genom landskapet från Mälaren och norrut genom Uppsala ända ut till Gävlebukten. I Uppsala är det sorterade materialet på åsens topp på vissa ställen synligt medan det på andra håll täcks av svallat material (sand och lera) (Möller 1993).

Inom området på Polacksbacken där Ångströmlaboratoriet ligger och Energihuset kommer att ligga är marken uppfylld med massor. Området utanför detta störda område består i norr av Uppsalaåsens sorterade material och i andra delar till största del av grovmo och sand men där finns även mindre områden av glacial lera (SGU 1992).



Principsektion för jordprofilen som gäller för området

Marken vid Ångströmlaboratoriet genomgick geologiska undersökningar innan huset första etapp byggdes 1994 (<http://www.akademiskahus.se> 2009-04-25). På grund av Energihusets närhet till Ångströmlaboratoriet antar vi att de geologiska förutsättningarna inte skiljer sig åt nämnvärt. Det som kan skilja dem åt mest är att tjockleken på de olika lagren med material varierar. I den tidigaste undersökningen anges inte tjockleken på jordlagren med så stor noggrannhet, den senare är mer utförlig.

Enligt den geologiska undersökningen av översiktlig karaktär som gjordes för Ångströmlaboratoriet består marken längst upp av ett lager fyllnadsmaterial på 0,5-1,0 meters djup. Under fyllningen finns ett lager av sandig siltig torrskorpelera som är 4 -5 meter mäktigt. Skorpbildning sker i jordar av silt och lättleror som har låg stabilitet och som faller sönder när marken blir riktigt blöt som vid häftiga regn. När jorden sen torkar bildas skorpor i den som blir hårdare ju mer ler som finns i marken. Lager av torrskorpelera innebär fysiska barriärer för växternas rötter och dessutom försämrar eller hindras gasutbytet mellan marken och atmosfären när den är fuktig (Eriksson et al. 2005).

Under lagren av torrskorpelera ligger ett 8 -15 meter mäktigt lager av siltig sand med tunna lerskikt. Under dessa lager finns Uppsalaåsen som i sin kärna är uppbyggd av sand grus och sten (Akademiska Hus 1994). Detta förtydligas av en fördjupad geoteknisk undersökning av Bjerking. Där fastslås att fyllningsmaterialet är en friktionsjord (materialets sammanhållning beror på materialets friktion, exempelvis grus och sand) (Eriksson et al. 2005) och ungefär 1 meter tjockt. Under det ligger ett 1-3 meter tjockt lager med lera med torrskorpekarakär. Jordlagret under leran består av siltig sand som med ökat djup blir uppblandat med grövre material. Det finns dock en tydlig skiktning med lager av silt eller löst lagrad sand. Under detta ligger fast morän och därunder berggrunden (Akademiska Hus 1994).

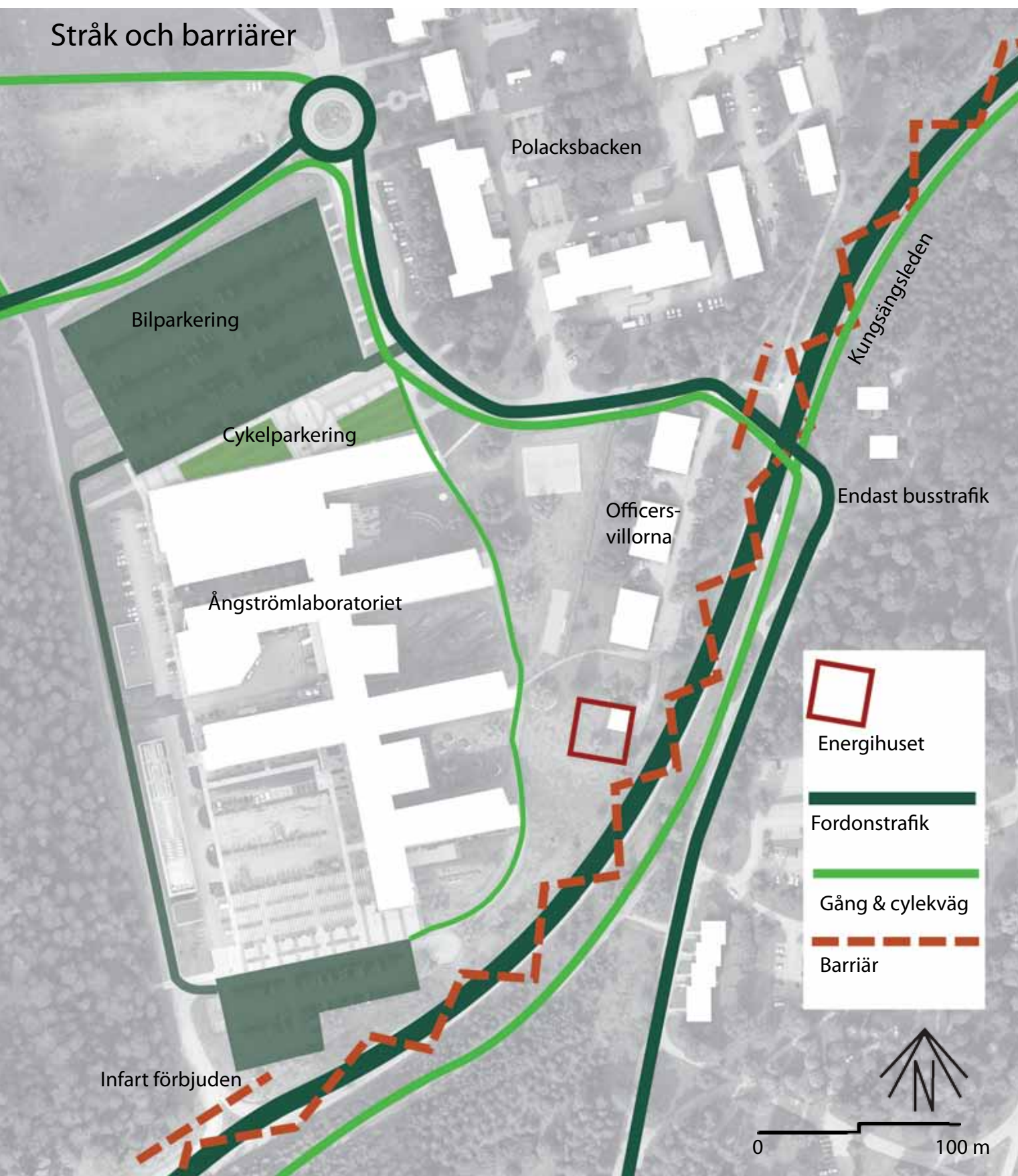
För Energihuset bör en separat geologisk undersökning utföras om kommunen eller projektledningen inte anser att de kan förlita sig på de redan utförda undersökningarna.

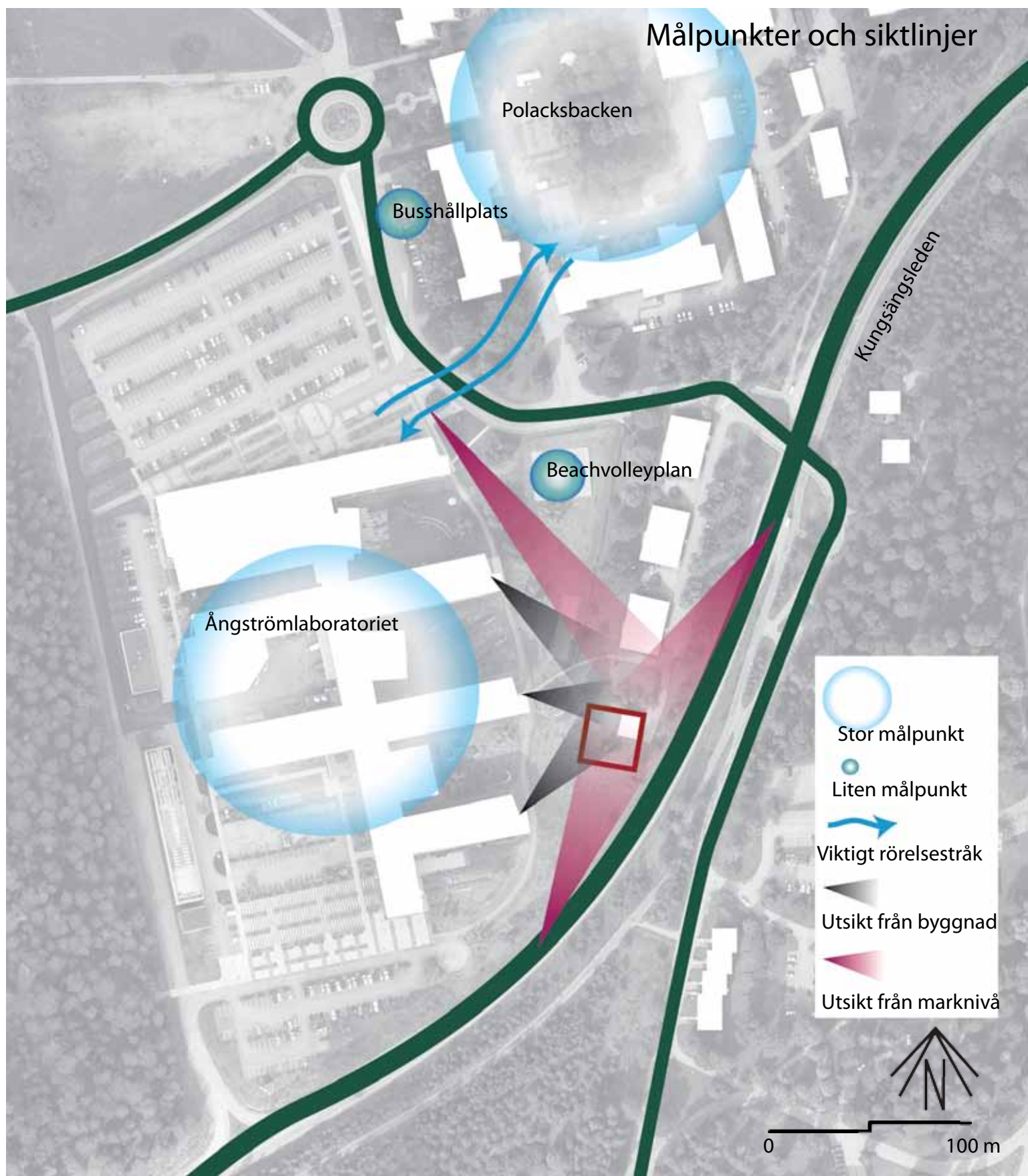
Hydrologi

Platsen för Energihuset ligger, högt upp i landskapet på Uppsalaåsen. Det lokala landskapets lågpunkt är Fyrisån. Vanligtvis infiltrerar ytvatten på genomsläppliga ytor men skulle de vara mättade eller hårdgjorda, rör sig ytvattnet ner mot Fyrisån. Väster om Ångströmlaboratoriet finns ett inströmningsområde där vattnet infiltrerar ner genom marken och bildar grundvatten. I de hydrologiska undersökningar som genomförts har inte grundvattnet nåtts men det tros ligga på ungefär 17 meters djup. Vid provtagningar har det påträffats en viss horisontell transport av ytvatten österut mot åsens kärna. Den skiktade jorden med lager av silt kan påverka vattentransporten genom marken negativt då vissa lager har låg genomsläpplighet (Ibid).

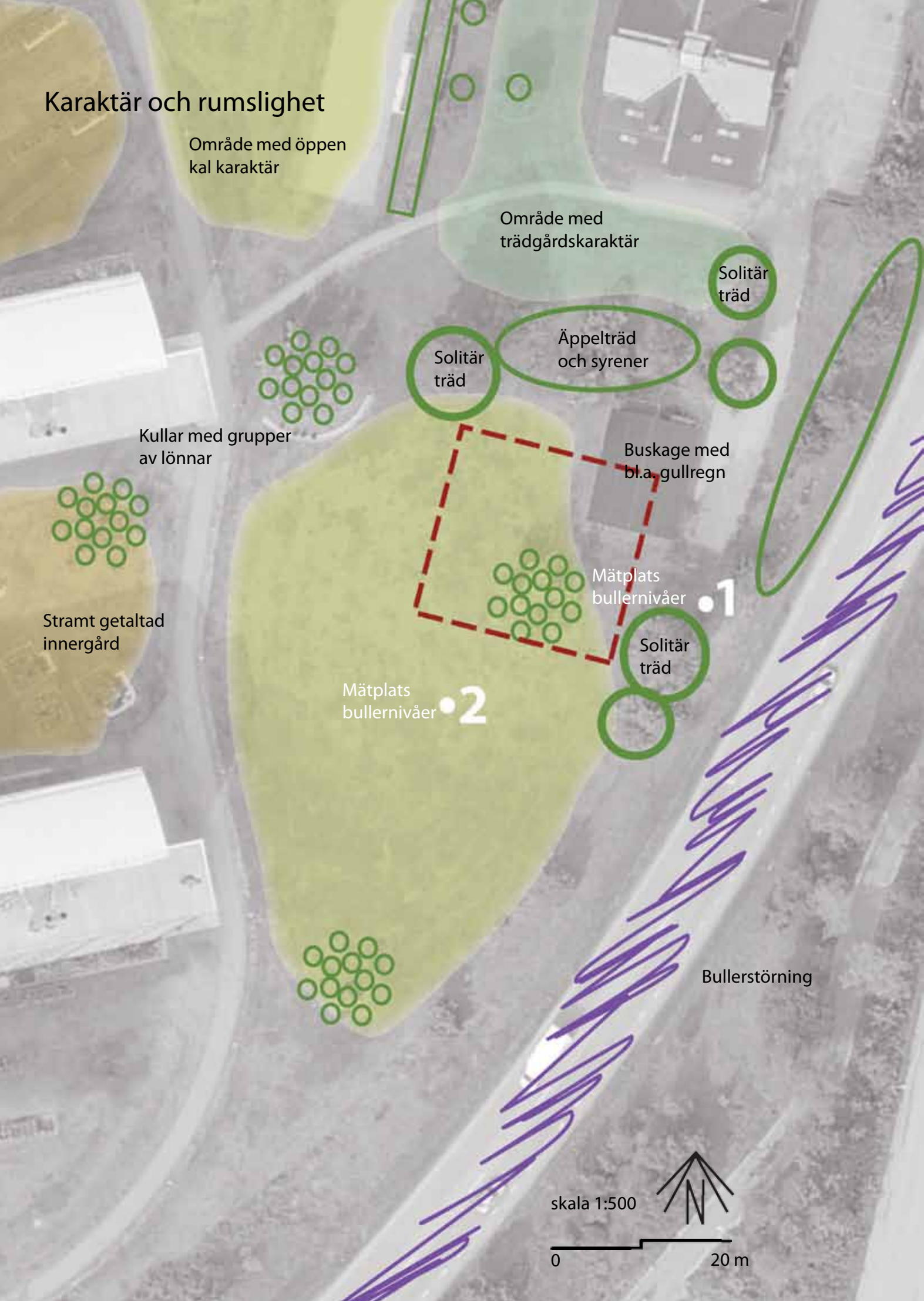
Området där huset ska byggas ligger inom den yttre skyddszonen för Uppsalaåsens vattenskyddsområde. Eftersom Uppsalas dricksvatten tas ur Uppsalaåsen är det mycket viktigt att försäkra sig om att vattnet inte innehåller några miljöfarliga ämnen som skulle kunna sprida sig med vattnet. För att få anlägga en infiltrationsanläggning (exempelvis för lokalt omhändertagande av dagvatten) måste ansvarig i projektet ansöka om tillstånd i miljö- och hälsoskyddsnämnden (Länsstyrelsen Uppsala län 1989).

Analyser





Karaktär och rumslighet



Område med öppen
kal karaktär

Område med
trädgårdskaraktär

Solitär
träd

Äppelträd
och syrener

Solitär
träd

Kullar med grupper
av lönnar

Buskage med
bl.a. gullregn

Mätplats
bullernivåer

•1

Stramt getaltad
innergård

Solitär
träd

Mätplats
bullernivåer

•2

Bullerstörning

skala 1:500

0 20 m

SWOT-analys

En SWOT-analys används för att strukturera upp vad en plats har för utgångsläge, vad som kan utvecklas och vad som bör förhindras. SWOT står för Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats.

S – styrkor

Skyltläge vid Kungängsleden

Närhet till stora parkeringsytor

Goda kommunikationer med kollektivtrafik

Goda cykelkommunikationer

Relativt vindskyddat

Ligger vid stor arbetsplats och campus, många människor som rör sig i området

O – möjligheter

Utnyttja skyltläget

Många potentiella besökare finns i närheten (elever, studenter mm)

W – svagheter

Buller från Kungängsleden

Ångströmlaboratoriet skuggar då solen står lågt

Begränsade möjligheter till parkering nära huset

Människor i området endast under arbetstid

Ingrepp i kulturmiljön på grund av närheten till officersvillorna

T – hot

Ångströmlaboratoriet dominerar allt för mycket över platsen

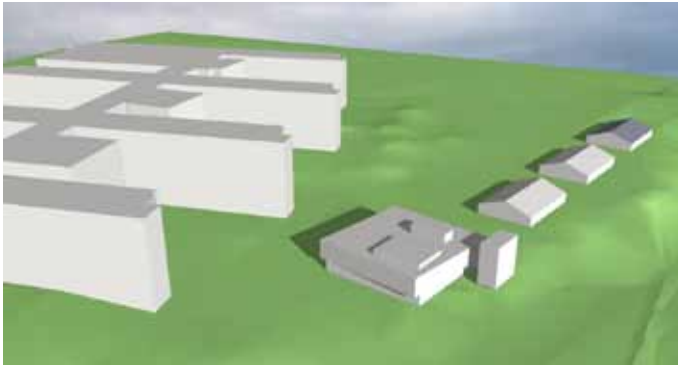
Höga bullernivåer

Svårt för allmänheten att hitta dit

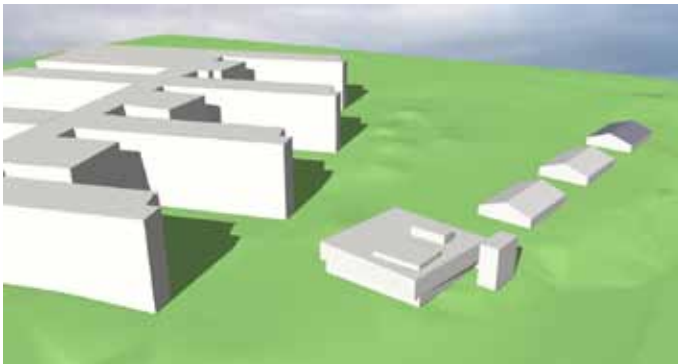
Skuggstudie

Vårdagjämning

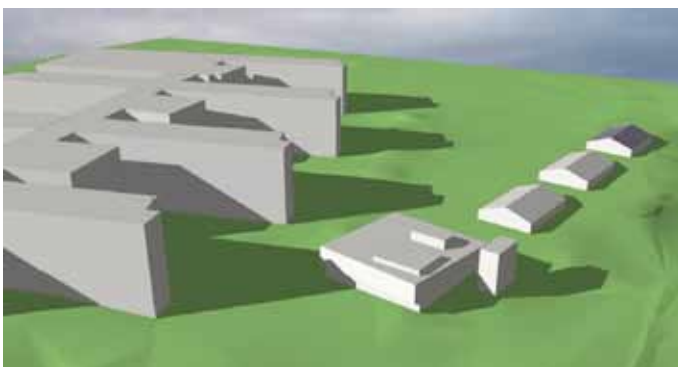
21 mars



09:00



12:00



15:00

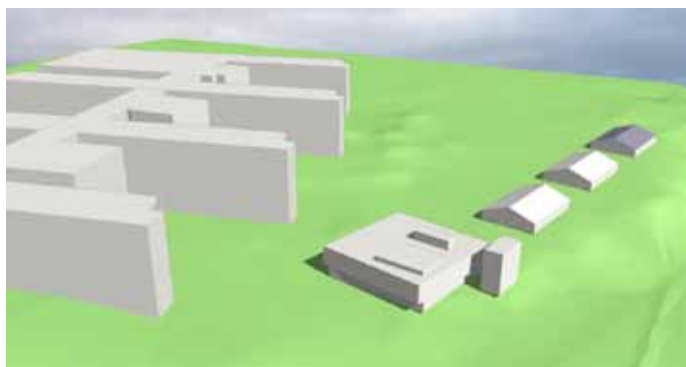
En skuggstudie är ofta relevant att göra för att undersöka hur ljusförhållanden påverkas av att en ny byggnad uppförs. I Energihus projektet är det främsta motivet att undersöka hur Ångströmlaboratoriet skuggar den planerade platsen för Energihuset och hur huset kan placeras så att det skuggas i så liten grad som möjligt. Särskilt viktig är frågan om skuggning eftersom det kommer finnas solpaneler på husets tak och deras verkningsgrad står i relation till den tid de är solbelysta.

Redovisningen av skuggstudien visar att Energihuset berörs av skuggning från Ångströmlaboratoriet i mycket lite grad med den placering vi föreslår. Placeringen utgår ifrån skuggningen och läget i förhållande till Kungsängsleden och Officersvillorna.

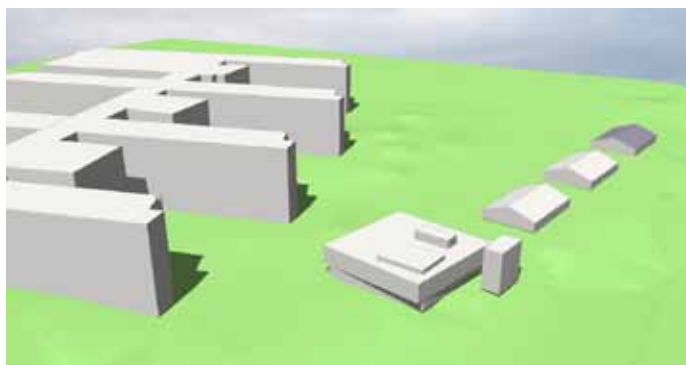
Diagrammen visar skuggningen av platsen under hela året. Bilderna för vårdagjämning kan också användas för höstdagjämning men tiderna förskjuts då en timme framåt. Klockan 09.00 vid vårdagjämning motsvarar alltså 10.00 vid höstdagjämning

Sommarsolstånd

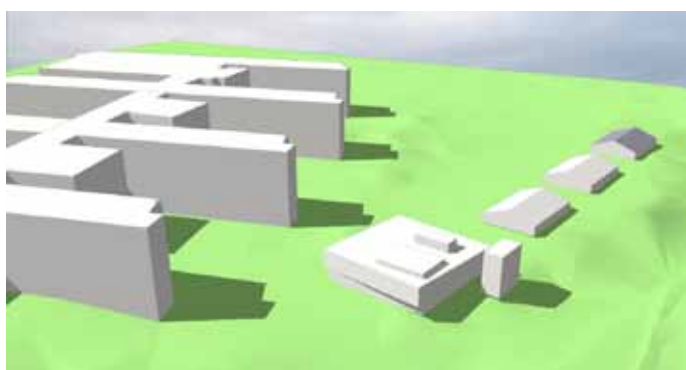
21 juni



09:00



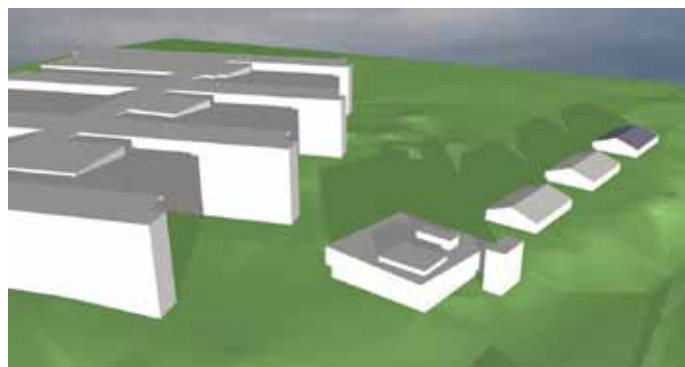
12:00



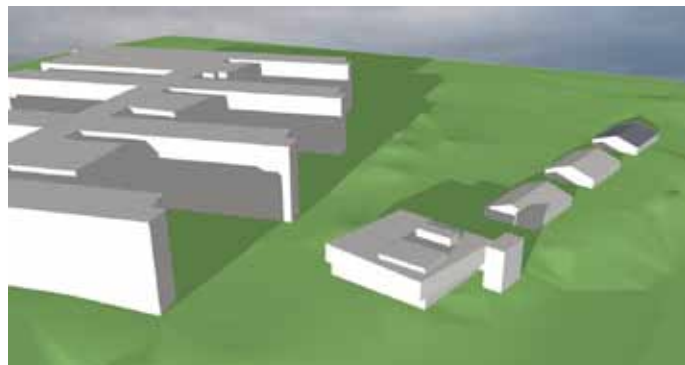
15:00

Vintersolstånd

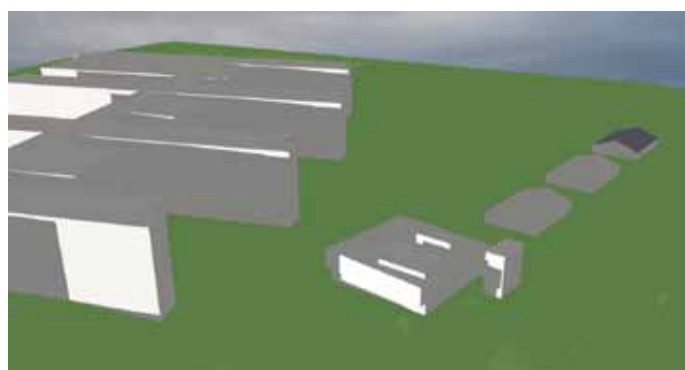
21 december



10:00 (solen har inte gått upp kl 9.00)



12:00



15:00

Gestaltnings förslag



Vision

Visionen är att utemiljön ska bli en attraktion i sig och samtidigt ge en ram åt Energihuset. Det helhetstänkande som behövs för energihusprojektet kan uppnås genom arkitekturen då det lätt blir fokus på de olika komponenterna som ska demonstreras.



Målsättningar och funktioner

När platsen har gestaltats har målsättningarna nedan varit utgångspunkten.

De av landskapsarkitekten gestaltade delarna ska vara attraktioner i sig.

Utemiljön ska demonstrera energiteknik utan att funktionerna dominerar över gestaltningen.

Gestaltningen ska granskas utifrån ett uthållighetsperspektiv.

Ångströmlaboratoriet dominerar platsen starkt och att det är viktigt att Energihuset inte uppfattas som en del av Ångström utan har sin egen identitet.

Platsen ligger nära Officersvillorna som ingår som en del i kulturmiljön kring Polacksbacken och vi anser att projektet måste förhålla sig till dem.

Energihuset ska synas från Kungsängsleden och väcka intresse.

Vi vill genom gestaltningen bidra till en stimulerande arbetsmiljö för de anställda.

I teoriavsnittet av arbetet har vi utforskat energiteknik för utemiljöer som vi tycker passar att använda i energihusprojektet. I gestaltningen av platsen har vi nu tillämpat det vi har kommit fram till i litteraturstudien och integrerat det i en gestaltning av platsen.

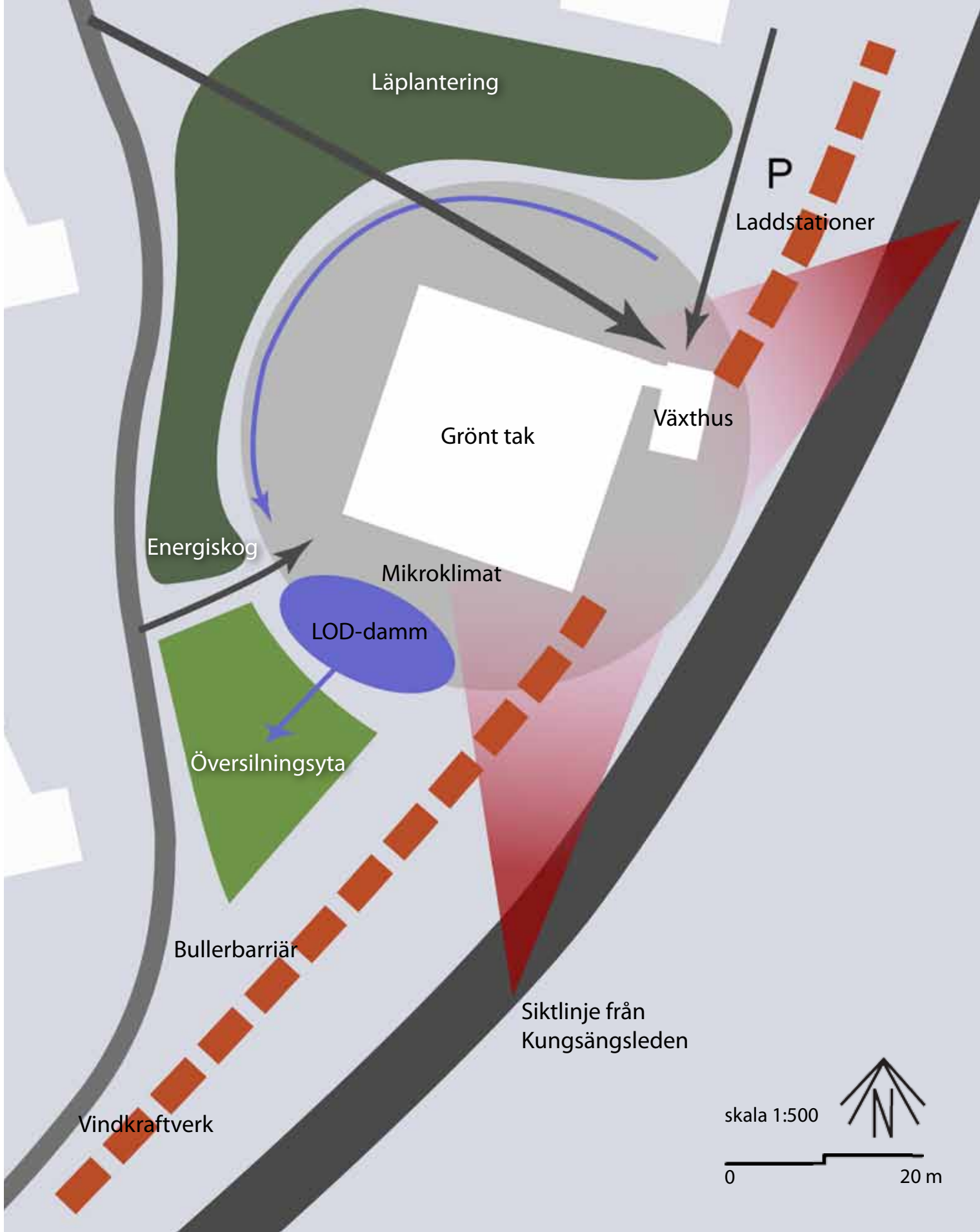
Designprocess

Vår designprocess har sett ut så att vi först har skapat oss en bakgrund genom litteraturstudien och analys av platsens förutsättningar. De aspekter vi arbetat fram i våra analyser och sedan använt i gestaltningen är främst rörelsemönster, skuggstudien, platsens nuvarande karaktär och undersökningen av bullernivåer. Skuggstudien medförde att huset flyttades cirka tio meter norrut i förhållande till arkitektens ursprungliga förslag. Detta gjorde att vi fick betydligt fler soltimmar på taket. Att Energihuset kommer ha en relativt offentlig karaktär, ska vara tillgänglighetsanpassat och lättillgängligt för besökare har också spelat roll i utformningen av platsen.

Till en början placerades de olika energirelaterade lösningarna in översiktligt på platsen. Efter att ha försökt skapa en helhet av de olika delarna utan att riktigt uppnå det resultat vi ville övergick vi till att genomföra ett antal tidskisser. En tidskiss kan beskrivas som en brainstorming med hjälp av skissning. Under en begränsad tid genomförs ett stort antal skisser över en gestaltning där målet är att försöka variera sig så mycket som möjligt. Ett sätt att hitta variation är att använda sig av olika teman. Med utgångspunkt från våra skisser kom vi sedan fram till ett förslag som bättre motsvarade vad vi vill uppnå. Det förslaget har vi sedan jobbat vidare med, gått ner i skala och arbetat om flera gånger.

Funktionsschema

En schematisk beskrivning över vilka funktioner som ska planeras in och organisationen av platsen.



Platsens identitet

Energihusets utemiljö ska ge en egen identitet åt platsen. Den idag öppna platsen som domineras av Ångströmlaboratoriet och Kungsängsleden kommer få en större rumslig variation och en växling mellan öppna och slutna rum. Det ska upplevas som en välkomnande och offentlig plats. Karaktären på platsen ska vara modern och enkel och ska spegla husets karaktär och de verksamheter som pågår inne i huset. Formmässigt ska huset och den omgivande platsen kontrastera mot varandra för att skapa en spännig på platsen.

Gestaltningen baserar sig i en stark rund form som står i kontrast till byggnaden vilken består av två kvadratiske våningar som är något vridna i förhållande till varandra. Den runda formen fungerar som en begränsningslinje för ytorna närmast Energihuset. Innanför läplanteringen består cirkelns kant av en stödmur i sitt höjd. Den inre strukturen bygger på cirkelformen som binder ihop utemiljön samtidigt som den avgränsar och leder besökare på platsen. Cirkelns form bryts för att skapa entréer på lämpliga platser. Husets entré markeras av en hårdgjord plats, lik den som vid läplanteringen nordvästra hörn möter de som parkerat vid Ångströmlaboratoriets stora parkering. Den yttre entrén ska fungera som en välkomnande yta och leda besökare till Energihuset. En mindre parkering i direkt anslutning till huset finns för anställda och handikappade. Här finns också en laddstation för elbilar.

Den bärande formen och rumsligheterna är viktiga, de flesta ytor ska kunna utnyttjas och modifieras efter de behov som finns. Finns exempelvis behov av plats för nya aktiviteter utomhus kan en yta med marktäckande perenner beläggas med stenmjöl eller ett annat ytmaterial som passar funktionen. Den runda formen återkommer också i gestaltningen av miljön i växthuset och på taket. Då vi använder starka former är det också lättare att underordna de många funktionerna i utemiljön under helhetsutformningen.

Hur Energihuset upplevs från det omgivande landskapet är viktigt. Även fast platsen är avskärmad, dels genom bullervallen, dels genom läplanteringen så öppnar skyltlägen upp mot huset och annonserar att det finns där. Det är en kvalité att inte se allt som går att finna på en gång för att väcka en nyfikenhet och ta reda på vad som döljer sig där bakom.



skala 1:500



0

20 m

Utemiljö

Växtlista

Träd

- 10 *Betula utilis* var. *Jaquemontii* – Himalayabjörk (8-10 m)
- 11 *Cercidiphyllum japonicum* – Katsura (8-12 m)
- 12 *Picea mariana* – Svartgran – (10-15 m)
- 13 *Salix acutifolia* – Spetsdagvide (4-6 m)

Buskar

- 20 *Cornus sericea* 'Farba' E - videokornell
- 21 *Symphoricarpos x chenaultii* 'Hancock' – Hybridsnöbär
- 22 Exempel på buskar som är lämpliga för bullervallen
 - Diervilla lonicera* – Getris
 - Potentilla* – Tok i olika färger
 - Spirea betulifolia* 'Tor' – Björkspirea

Perenner

- 30 Exempel på marktäckande perenner till de större ytorna
 - Geranium macrorrhizum* – Flocknäva
 - Epimedium* – Sockblommor
 - Luzula sylvatica* – Storfryle
 - Pachysandra terminalis* – Skuggröna
- 31 Exempel på perenner till entréplanteringar
 - Alchemilla mollis* – Daggkäpa
 - Anemone x hybrida* – Höstanemon
 - Brunnera macrophylla* – Kaukasisk förgätmigej
 - Cimicifuga simplex* – Höstsilverax
 - Dryopteris filix-mas* – Träjon
 - Hosta lancifolia* – Höstfunkia
 - Hosta sieboldiana* – Daggfunkia
 - Omphalodes verna* – Ormöga
 - Smilacina racemosa* – Vipprams
- 32 Exempel på växter till dammen
 - Acorus calmus* - Brokbladig kalmus
 - Ceratophyllum demersum* - Hornsärv
 - Iris pseudoacorus* - Svärdsilja
 - Iris sibirica* - Strandiris
 - Nymphaea* - Näckros

Tabell 9.

Entré från Ångström
och större parkering

Läplantering 10-12, 20, 21

Gullregn och utvalda
tallar sparas i slänten

Parkering och
laddstationer för elbilar

Bullerskärm

Bef. lönn

Entréplanteringar 31

Entréplats

Svängd sittmur längs
läplantering

Marktäckande perenner 30

Arter lämpade för
energiskog

Uteplats med bra
mikroklimat

Damm för LOD
med vattenspel

Bullerskärm

Översvämningsbar
infiltrationsyta med gräsmatta

Bullervall med
buskplantering 22

Vindkraftverk

Illustrationsplan Utemiljö



skala 1:500

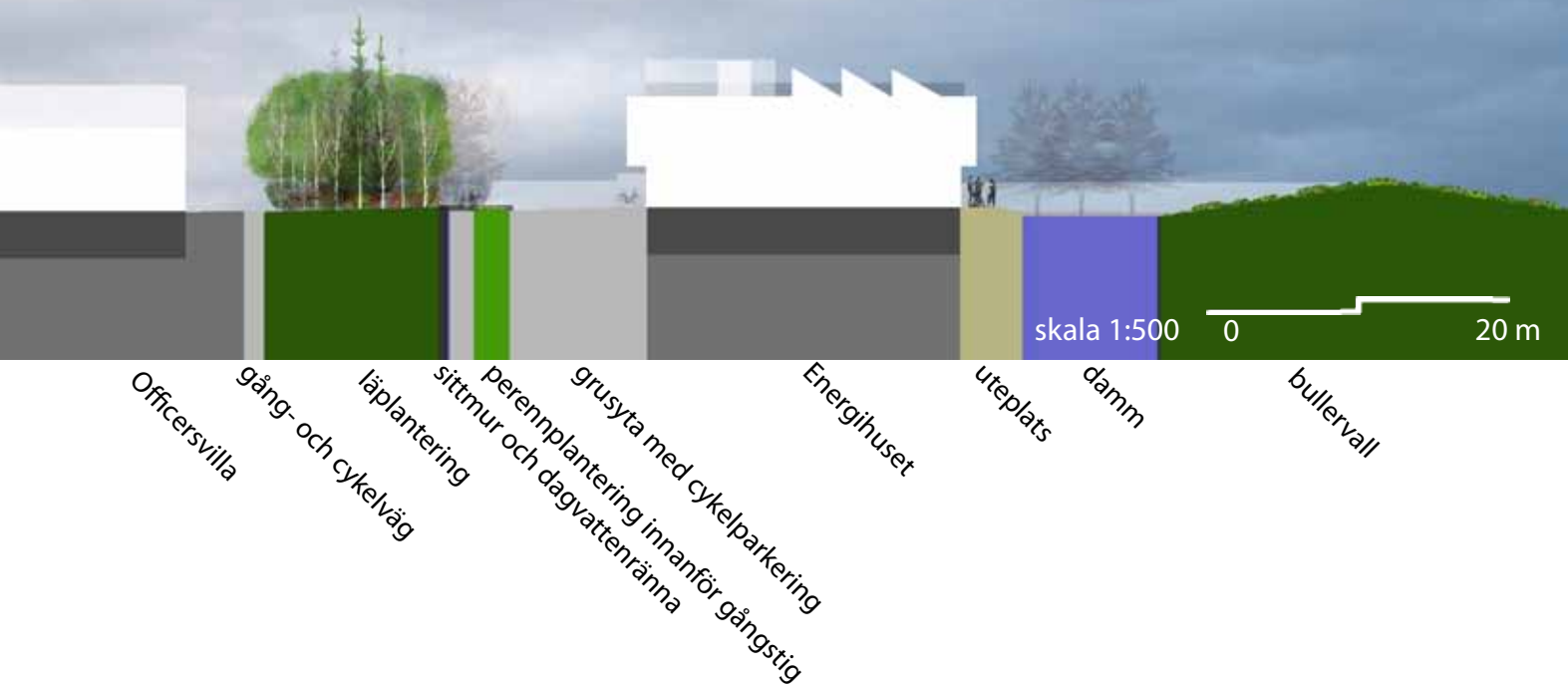
0

20 m

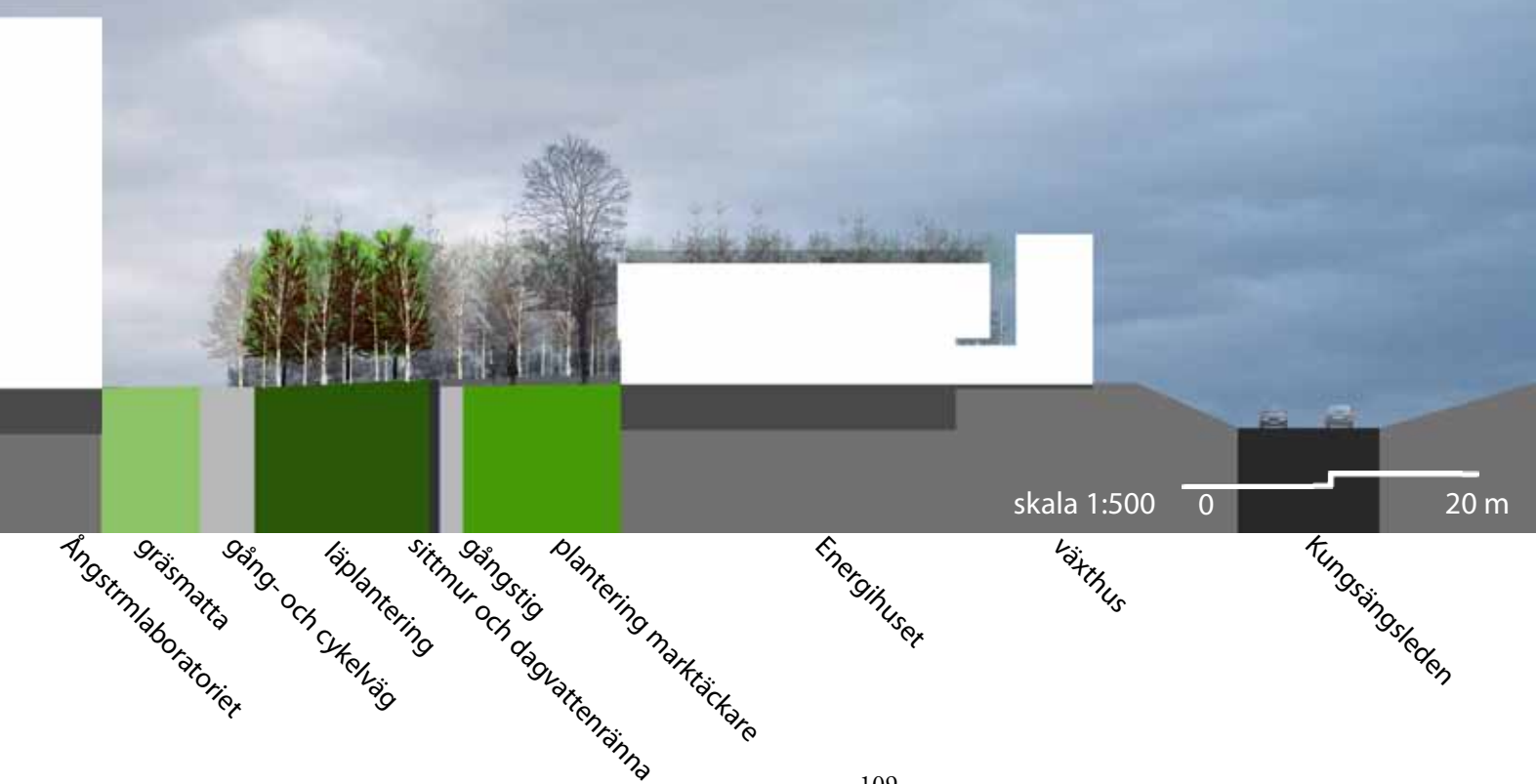


Perspektiv på Energihuset från sydväst

snitt A-A



snitt B-B



Planering och skötsel

Genom att planera och välja material och metoder noggrant kan projektet spara både energi, miljöpåverkan och ekonomiska resurser.

I gestaltningen av utemiljön har vi försökt att ta hänsyn till vad vi har kommit fram till för att så långt som möjligt använda oss av miljömässigt fördelaktiga material och planera för en rimlig skötselnivå. Planering kan minska behovet av skötsel men samtidigt vill vi poängtera att livslängden hos en anläggning står i starkt samband med hur mycket skötsel den får. Det är en god investering att ta hand om det som har byggts eftersom en anläggning förlorar i värde vid bristande underhåll. Det är alltid tråkigt att se när en i grunden bra anläggning förfaller på grund av detta. Framtida skötsel borde ibland ligga med som en utgiftspost i anläggningsprojektet så att det inte senare saknas medel för att ta hand om investeringen. I Energihuset kommer skötseln troligen att samordnas med skötseln av Ångströmlaboratoriets utemiljö eftersom Akademiska Hus kommer äga båda anläggningarna. För att minska behovet av skötsel har vi använt oss av få ytor med gräsmatta och planteringsytor med mycket marktäckare.

En slutsats efter undersökningen av miljöpåverkan hos material för hårdgjorda ytor är att ibland är det bäst att minska den totala mängden hårdgjord yta istället för att välja ett material som passar sämre med platsen och dess gestaltning. Vi har därför använt oss av stenmjölsytor i stor grad. Framför entrén har vi en yta med betongplattor/natursten.

De olika demonstrationer av energiteknik som ska finnas utomhus i projektet har vi för avsikt att få in i en tydlig helhetsgestaltning. Målet har varit att skapa en stark gestaltning som grund där pedagogiska exempel på energismarta lösningar sedan kan placeras in. Ett exempel på detta är planteringen med energiskogsväxter som länkas ihop med läplanteringen som tillsammans bildar en helhet. Val av arter för energiskogen kommer inte att göras i detta förslag utan de tas fram i ett senare skede i samarbete med forskare inom ämnet på SLU.

Inspirationsbilder till gestaltningen 1. Karaktärsfull granitmur och marktäckare som skulle kunna passa på platsen 2. Katsura, ett träd med stark höstkaraktärer med både färg och doft 3. Sluttande mur med sittmöjligheter 4. Träddäck för uteplatsen 5. Himalayabjörkens vita stam 6. Stenmjölsyta 7. Dagvattenrännla lägnis sittmur 8. Träd stående i en sammanhängande buskplantering 9. Karaktärsfulla gullregn står längs Kugnsängsleden 10. Orangeriväxter ställs ut på uteplatsen under sommaren 11. Bryggor som trappar ner och tillåter att besökare närmar sig vattnet



Mikroklimat

Det är viktigt att skapa en behaglig utemiljö och en vackert gestaltad plats lockar människor att komma dit och stanna kvar. Det är dessutom viktigt att ha en bra plats för Energihusets personal och besökare där det finns möjlighet att koppla av och mötas.

Uteplatsen kommer att placeras på husets södra sida och där kommer sittplatser att finnas. Intill uteplatsen kommer dagvattendammen att ligga som förutom att ta tillvara på dagvatten bidrar till att jämna ut klimatet vid uteplatsen. Träd som skyddar från den varma södersolen sommartid är viktiga då uteplatsen ligger i direkt söderläge. Målet är i den grad det är möjligt utnyttja lövskugga på uteplatsen då det av många upplevs som mycket behagligt. På uteplatsen kommer medelhavsväxter från växthuset att placeras ut under sommaren.



Perspektiv på Energihuset sett söderifrån

Läplanteringar

Motivet till att anlägga läplanteringar är att skapa goda vindförhållanden runt huset för att minska dess energiförluster och för att få en skyddad entrézon. Speciellt viktigt är skyddet från de kalla nordanvindarna så de inte påverkar växthusets behov av uppvärmning i allt för stor grad. I planteringen använder vi oss av lägre träd för att undvika för mycket skuggning. Vindarna från sydväst blockeras till stor del av Ångströmlaboratoriet så därför är en läplantering i detta läge onödigt. Eftersom det är viktigt att inte skugga huset och solpanelerna på taket kan en läplantering i sydväst dessutom vara negativ ur energisynpunkt. Skuggningen skulle också skapa ett svalare lokalklimat på södra sidan. Att hindra vindarna som blåser på den skuggade norrsidan av huset är viktigare.

Mellan Energihuset och Officersvillorna i norr och gång- och cykelvägen väster om huset kommer ett bälte av vegetation anläggas som kommer att begränsa vinden från norr. Entrén via en gång- och cykelväg kommer att ansluta väster om planteringen medan entrén för bilisterna ligger öster om vindskyddsplanteringen. Målet är att skapa en läplantering med ett tydligt uttryck och stilren gestaltning samtidigt som att som principen för en läplanterings uppbyggnad visas. Eftersom platsen inte är speciellt vindutsatt kan det här användas andra växter än de mest robusta. Detta ger större frihet i växtvalet vilket påverkar gestaltningen.



Katsuror i strategiska lägen fungerar som accenter

Himalayabjörkar utgör är planterings stomväxt och deras vita stammar avtecknar sig mot bakgrunden

Hybridsnöbär utgör ett lågt buskskikt som täcker marken

Korneller bildar accentgrupper vid granarna och skapar en jämn täthet i läplanteringen

Svartgranar i planterings mitt bildar en bakgrund





Entréplatsen sedd från entrén blickande mot Ångströmlaboratoriet

Lokalt Omhändertagande av Dagvatten - LOD

När städer expanderar är det viktigt att inte belasta de befintliga dagvattennäten mer än nödvändigt. Att dimensionera upp dagvattennätet är mycket kostsamt för staden. Dessutom är det önskvärt att rena vattnet på plats då dagvatten annars släpps ut i närmaste recipient här i Uppsala (Grundin 2009-04-29). Det behövs exempel på lokalt omhändertagande av dagvatten i nya och befintliga områden, samtidigt som det kan skapas en attraktiv plats för människor att vistas på. I fallet Energihus i Uppsala måste kommunen bedöma om infiltration i marken är lämplig då platsen ligger inom det yttre vattenskyddsområdet.

Principen för lokalt omhändertagande av dagvatten är att ta hand om regnvatten inom tomten. Marken kring huset avvattnas och leds till en lågpunkt där det samlas. Ytorna i anläggningen kommer till största del att vara genomsläppliga vilket ökar infiltrationen av vatten i marken. Detta gör att det blir en mindre mängd vatten att ta hand om på tomten.

Vid Energihuset väljer vi att anlägga en damm med en översvämningsbar infiltrationsyta i anslutning. För att alltid ha en vattenspiegel i dammen som ligger vid uteplatsen kommer den att anläggas med duk i botten. I anslutning till den kommer en gräsyta att finnas som ligger lite lägre än omgivande mark. Vid stora regnfall kommer den att fungera som infiltrationsyta då den översvämmas av vatten. Vid en punkt kommer ett bräddavlopp att finnas för att låta överflödigt vatten rinna ut i dagvattennätet och förhindra att hela området översvämmas.

Vattenrännan som leder vattnet till dammen kommer dras längs sittmuren runt hela det öppna området kring huset. Vid delar av dammens kanter kommer strandvegetation planteras. Växter som binder mycket näringsämnen kommer att växa i vattnet för att hindra övergödning. Barn kommer förhoppningsvis att besöka Energihuset och för deras och alla andras skull ska det inte finnas några onödiga säkerhetsrisker. Däremot kommer inte barn att vistas här utan vuxens sällskap i samma utsträckning som på bostadsgårdar så rekommendationen på att ha en damm som endast är två decimeter djup kommer inte att följas då vi vill använda växter som kräver ett större djup.



Lokalt omhändertagande av dagvetten i Augustenborg, Malmö

Schaktmassor

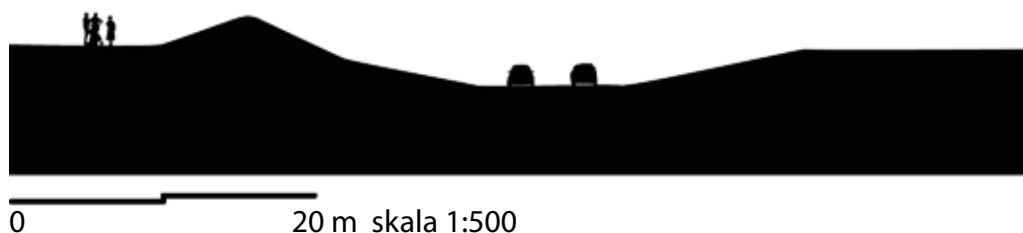
När husets grund anläggs kommer det behövas schaktas för att göra plats för källaren. Detta innebär att stora mängder markmaterial kommer att frigöras och det måste beslutas om hur de ska hanteras. För att minska transportkostnaderna och utsläppen som sker i samband med att schaktmassor flyttas tas hand om massorna inom gestaltningsförslaget.

Eftersom ljudnivån vid Kungsängsleden idag är mycket hög och det behövs skydd mot bullret om anställda och besökare ska vilja vistas på en uteplats vid Energihuset. Därför anläggs en bullervall.

För att undersöka om den gestaltning av bullervallen vi tänkt oss var rimlig kontaktade vi Henrik Naglitsch på WSP Samhällsbyggnad i Uppsala. Han påpekade att om vallen ska hindra ljud från att sprida sig över ytorna vid Energihuset så måste den vara så lång som vi planerat den. Vallen skulle också behöva vara två meter hög för att ha en bra effekt. Eftersom det inte är möjligt att angöra huset direkt mot vallen är det nödvändigt att täppa igen den öppningen med en bullerskärm. För att skärmen ska ha god effekt krävs att den ansluter tätt mot både vall och hus. Skulle inte skärmen finnas där skulle ljudet från trafiken bli mycket störande då det kommer höras korta stötar av ljud vilket är värre än ett monotont bakgrundsbrus. Med en lång vall och bullerskärm uppskattar Henrik Nagelitsch att bullernivån kan sänkas med 6-8 dBA.

Förslaget är att bullervallen ska anläggas längs den schaktade kanten för Kungsängsleden. Lutningen på vallen kommer vara densamma som på schakten för vägen. Vallen kommer att ha en höjd på två meter över dagens markyta. I anslutning till huset kommer en bullerskärm i samma höjd som vallen att placeras. Den skär sedan in i vallen och bildar på så sätt en tät barriär som kommer sänka bullernivån men inte ta bort ljudet helt.

Omvandlingen av markens topografi kommer att upplevas som en stor förändring i platsens karaktär. Upplevelsen av att Kungsängsleden skär genom marken och att båda sidorna av vägen hänger ihop kommer att försvinna i och med att bullervallen anläggs. Den kommer att skymma utsikten söderut mot Ulleråker och utsikten från Ulleråker mot Ångströmlaboratoriet och Energihuset. Det är därför viktigt att gestalta den förlängda slänten ner mot Kungsängsleden på ett intressant sätt. Som grund för detta finns förslag på lämpliga arter i planens växtlista. Uteplatsen vid Energihuset kommer att upplevas som mer skyddad och inte lika utsatt för trafikbullret. Eftersom vägen inte kommer att synas minskar upplevelsen av den.



Principsektion för bullervall vid Kungsängsleden

Belysning

I alla nybyggda anläggningar är det idag självklart att använda energieffektiv belysning, något annat vore en dålig affär för både miljö och ekonomi. Energihuset är en plats där ny teknik synliggörs för allmänheten och det går att visa på skillnaderna mellan nya och gamla armaturer.

Utbytestakten av belysning är endast cirka 3 % per år vilket gör att potentialen som finns för energibesparing inte utnyttjas. Den största anledningen till att takten är så långsam verkar vara okunskap (läs mer om energibesparing i belysningsavsnittet s. 53). En målgrupp för Energihusets verksamhet är skolklasser som kommer dit för att lära sig mer om energirelaterade lösningar. På detta sätt kan Energihuset och energirådgivare bidra till en positiv utveckling. Via lärare och elever kan påtryckningar för förändring i skolornas lokaler komma.

På Energihusets tak är det föreslaget taklanterniner som släpper in ordentligt med dagsljus i utställningshallen. Detta är ett sätt att minska förbrukningen av elektriskt ljus, i synnerhet med den föreslagna vegetationsväggen. En annan metod som kan användas för att minska energiåtgången till belysning är att installera sensorer för ljusstyrning så att det endast lyser i de rum där besökare och anställda vistas.

Utomhus bör det installeras sensorer som läser av dagsljusnivåerna och reglerar belysningen efter det. För att inte skapa ett rörigt intryck kan det vara bra att fortsätta använda den belysningsarmatur som använts vid Ångström laboratoriet.

Fasadbelysning kan vara särskilt lämpligt i läget ut mot vägen. Det krävs extra varsamhet när belysningen provas och placeras ut här eftersom bländning av bilister eller lastbilschaufförer kan bli trafikfarlig. Då Energihuset kommer ligga nära vägen kommer det troligtvis inte behövas särskilt stark belysning för att huset ska framhävas. En annan möjlig användning av belysning är att använda sig av planerade bullerskärmar som storskaliga skyltplatser för Energihuset och också att punktbelysa exempelvis vindkraftverket som har ett annonsläge ut mot vägen.

Ett förslag på vilka delar av utemiljön som kan framhävas med hjälp av belysning visas i belysningsplanen.

Entréplats belyses uppifrån med ljuskälla placerad vid läplanteringskant

I läplanteringskant placeras uppåtriktade ljuskällor, varma och kalla toner på ljuset kan gärna blandas.

Självljysande eller belyst skyltning för Energihuset på bullerskärmar

Befärd belyses underifrån

Entréplats belyses uppifrån med ljuskälla placerad vid läplanteringskant

Växthusets belysning kommer ge ett varmt intryck och bli ett landmärke kvällstid

Längs den cirkelformade sittmuren och längs entrégången är det infälld, nedåtriktad belysning vid murens bas som ger intrycket av ett ljus band i marknivå

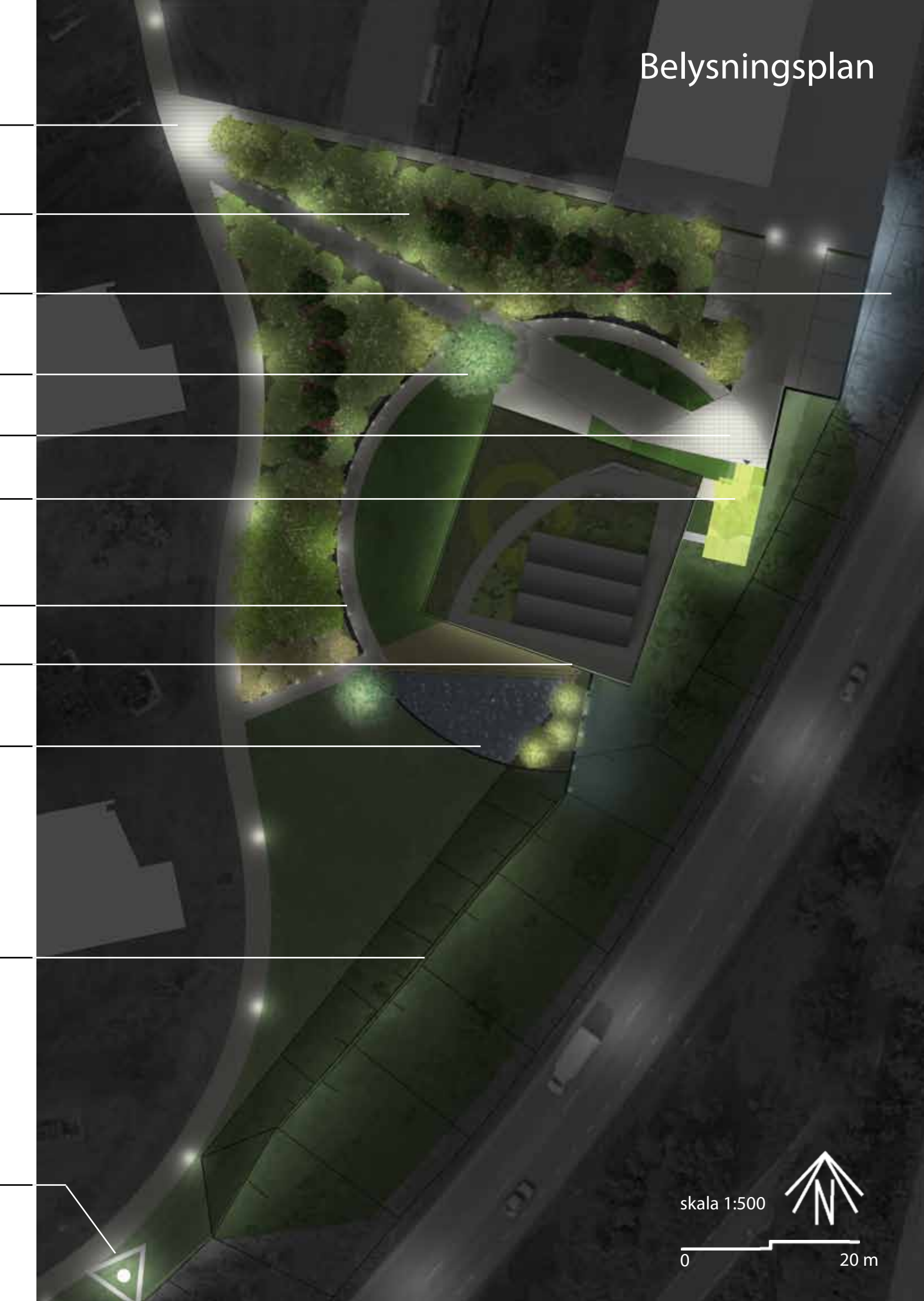
Husets utformning ger möjlighet till nedåtriktad belysning mellan första och andra våning.

Träden vid dammen belyses underifrån, dammen belyses svagt.

Bullervall med buskplantering belyses med pollare med ljus riktat nedåt

Vindkraftverk belyses med släpljus

Belysningsplan



skala 1:500



0

20 m

Gröna tak

Gröna tak är exempel på relativt nyutvecklad teknik som i Sverige inte är vanligt förekommande mer än i särskilt miljöinriktade projekt. Tekniken har visat sig vara framgångsrik när det gäller bland annat minskade dagvattenmängder och energibesparingar tack vare dess isolerande förmåga. Att använda sig av och visa olika typer av gröna tak på Energihuset passar väl in i husets syfte att testa ny teknik och samtidigt demonstrera den. Det finns idag inte någon motsvarande demonstration av olika typer av tak på dessa breddgrader i Sverige vilket gör att det kan vara intressant att se om det finns någon speciell problematik i Uppsala jämfört med på försökstaken i Malmö. Taket på Energihuset ska ha både intensiva och extensiva delar samt delar med och delar utan bevattning för att de olika typerna ska kunna jämföras. Vi har valt att använda oss av störst andel extensivt tak då det är mest intressant att tillämpa i de flesta projekt och kräver betydligt mindre skötsel. Möjligheten att lagra regnvatten för bevattning eller att leda ned överskottsvatten i växthuset bör undersökas.

Det finns behov av att göra mätningar på vilken isolerande effekt gröna tak har och hur denna varierar beroende på vilken typ av tak det är och om de är bevattnade eller inte. Detta skulle på ett enkelt sätt kunna göras på Energihusets tak samtidigt som resultaten kan åskådliggöras genom displayer som visar temperaturer med mera. Besökare kan då få möjlighet att se hur temperaturen varierar momentant då solen går i moln till exempel.

En annan mätning som kan göras är inventering och jämförelse av det organiska livet i takvegetationen. Det är inte minst intressant att se om det är någon skillnad mellan delar med extensiv och intensiv vegetation. Det vore också intressant att kontakta institutionen för markvetenskap vid SLU för att utreda lämpliga jordprofiler innan anläggandet.

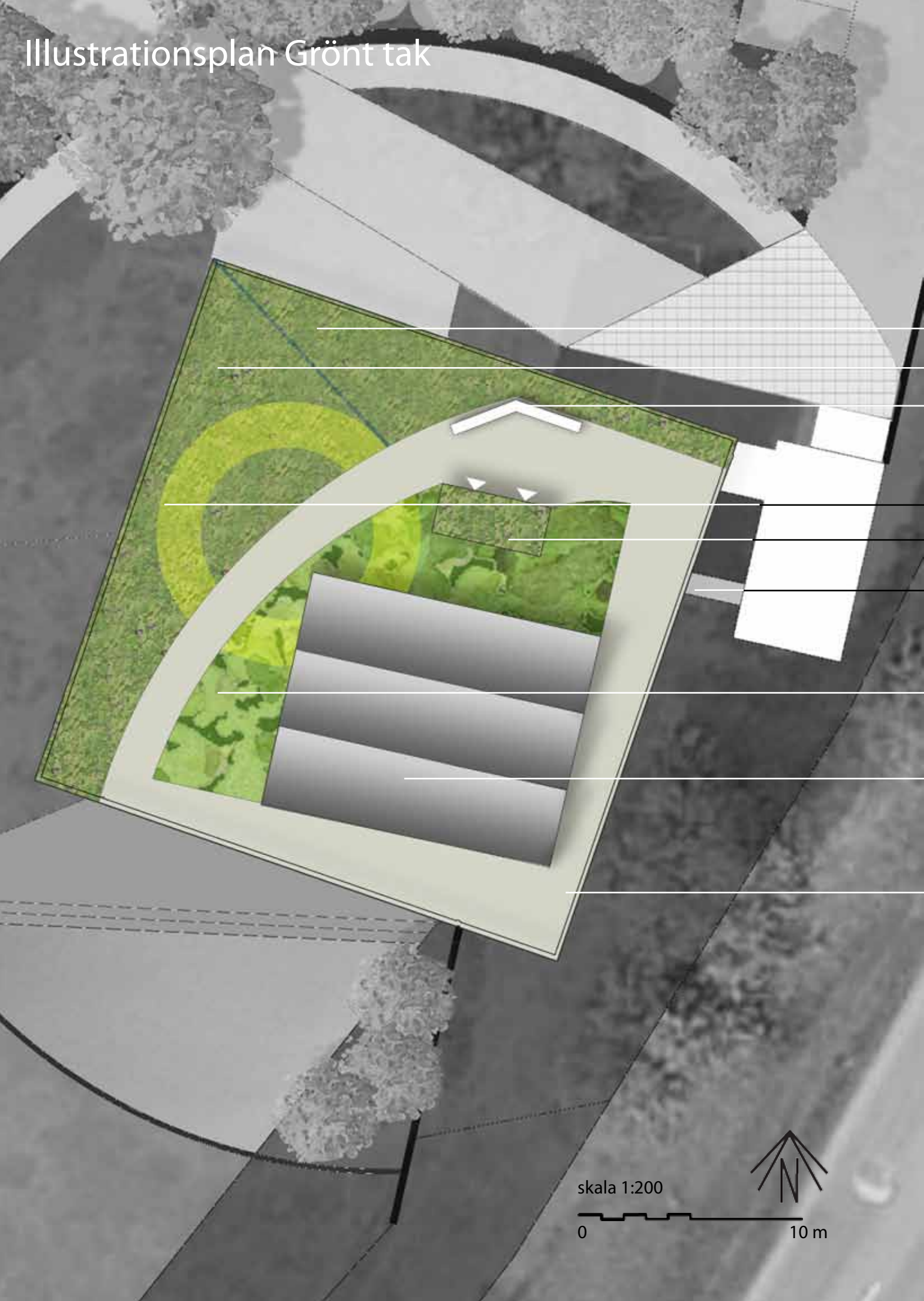
På Energihusets tak ska det finnas solceller/solfångare och dessa blir effektivare av att det anläggs grönt tak kring dem så att de får en svalare omgivande temperatur. De flesta solcellerna planerar arkitekten att samordna med taklanterniner för ljusinsläpp men en del skulle kunna placeras på vegetation.

Den runda formen som är gemensam för gestaltningen tas upp i gångytan och i vegetationsmönstret. Genom att gångytan varierar i bredd kan mindre och större grupper röra sig och stanna till på de större ytorna. Den största ytan ligger vid entrén upp till taket och där finns även en bänk att sitta på. Under en rundvandring på taket passerar besökaren solpanelerna på lanterninerna samt de olika typerna av gröna tak. Ett grönt tak kan vara vackert att betrakta uppifrån och Energihuset kommer att synas från Ångströmlaboratoriets högre våningar. Det mönster som placeras in är en ring med växter med gul blomning. På den extensiva delen kan det vara gul fetknopp och på den intensiva delen en lämplig fibbla eller rudbeckia.



Perspektiv på det gröna taket sett från sydväst

Illustrationsplan Grönt tak



skala 1:200

0 10 m



Extensiv takvegetation med bevattning

Extensiv takvegetation utan bevattning

Sittplats

Yta med växter med gul karaktär såsom gulfetknopp
i den extensiva delen och praktrudbeckia i den
intensiva delen

Extensiv takvegetation på schakt

Gångbro till trappan i växthuset

Intensiv takvegetation

Lanterninertillutställningshallen med
solpaneler på ovansidan

Genomsiktligt skyddsräcke



Olika typer av sedumtak. Fotograf: Ella-Klara Östling

Växthus

Växthuset kommer att fungera som ett landmärke längs Kungsängsleden och som entré för Energihusets anställda och besökare. Målet är att ge största möjliga upplevelse för besökarna och samtidigt att skapa en så energieffektiv och resurssnål växthusmiljö som möjligt. Det ska det bli en välkomnande oas där besökare och de som arbetar i huset kan njuta av lugn och växtlighet. Växthuset kan också bli en plats att visa upp de ”smarta fönster” som idag är under utveckling (se växthusavsnittet s. 71).

Växthuset kommer att vara tre våningar högt och bli en trettio kvadratmeter stor grön lunga. Det kommer ha funktionen av ett uterum och mötesplats. Det blir en övergång mellan inomhus och utomhus, vinterträdgård skulle kunna vara den rätta termen att beskriva den. I växthuset ska det vara möjligt att visa på vilka energibesparande funktioner som används där, exempelvis klimatsystem samt tillvaratagande av regnvatten för bevattning i växthuset. Under trappan kommer en damm att placeras för att samla upp regnvattnet från taket. I den kommer det att finnas vattenväxter som kan binda överflödigt näring som finns i vattnet. För att bullret från Kungsängsleden inte ska störa och för att solljuset inte ska göra växthuset för hett används glas med bullerdämpande och solskyddande egenskaper.

Utifrån det förslag som arkitekten gett har vi ändrat läge på växthuset och lagt det på byggnadens östra sida som en förlängning på den norra fasaden. Detta för att växthuset ska få mer sol under dagen jämfört om det legat norr om huset enligt det tidigare förslaget. I vår gestaltning är Magnolian och sittplatserna runt trädet centrum för växthuset. Cirkelformen som används i utemiljön återkommer här i sittplatsernas form.

Medelhavsklimat

Målet är att skapa ett växthus där temperaturen i uterummet korrelerar med utomhustemperaturen för att inte ha för stora uppvärmningskostnader om vintern och inte allt för varmt om sommaren. Ett medelhavsklimat där temperaturen om vintern ligger vid 10-12° C och under sommaren inte varmare än 23-24° C. En varmare temperatur under vintern gör att växterna lättare angrips av skadedjur som spinn. Är det kallare kan växterna få problem med övervintringen (Lagerström 2009-02-25).

För att utnyttja klimatskillnaderna mellan ett växthus och ett hus kan växthusets och husets värmesystem sättas i kontakt med varandra för att skapa positiva effekter i båda byggnaderna. Den höga luftfuktigheten i växthuset kan överföras till huset för att höja luftfuktigheten där för att förbättra inomhusklimatet. Varm ventilationsluft kan, speciellt vintertid användas för att värma luften i växthuset. Då kan växterna genom fotosyntes höja luftens syrehalt. Denna luft kan sedan föras tillbaka för att slippa ta in kall utomhusluft i utställningslokalerna och kontoren vintertid. Genom ett sådant växelverkande system kan energibesparingar göras. (Forsberg 2009-02-18)

Växter har valts utifrån det klimat vi vill uppnå i växthuset och den skötselnivå som passar för en offentlig miljö. För att skapa en övergång mellan inne och ute kommer växtbäddarna i energihusets växthus att vara öppna, i kontakt med terrassen. Eftersom växthuset är en del av huset bör växthusets grundmur ha samma goda isolering som huset.



Växthusets interiör sett från ingången

Många av växterna som brukar benämnas medelhavsväxter kommer inte från regionen runt Medelhavet men från andra områden på jorden som har ett klimat som är likt det i södra Europa. Dessa växter kan komma från Asien, Australien/ Nya Zeeland och Sydamerika. Sommartid mår många av dem bra av att placeras utomhus för att de organismer som finns utomhus kan medverka i bekämpning av skadedjur på växterna. Växterna får inte vistas utomhus under de perioder på vår och höst då det finns risk för nattfrost. I Uppsala brukar det vara riskfritt att ställa ut växterna från slutet av maj/början på juni till mitten på september (Lagerström 2009-02-25). De växter vi valt att plantera i kruka och flyttas ut sommartid är citronträd, lagerträd och kamelia. Huvudattraktionen i växthuset kommer att vara ett stort magnoliaträd (*Magnolia grandiflora*). För att ytterligare få upp höjden på växtligheten kommer ett drakblodsträd att planteras i en större växtbädd.

Växtlista

Träd

- 10 Magnolia grandiflora – Kungsmagnolia
- 11 Drakblodsträd – Dracena draco
- 12 Citronträd – Citrus limon
- 13 Laurus nobilis – Lagerbladsträd

Buskar

- 20 Camellia japonica – Kamelia
- 21 Cistus albidus – Sammetscistros
- 22 Heliotrophum arborescens – Heliotrop
- 23 Lantana camara – Eldkrona, vit och gul-röd
- 24 Lantana montevidensis – Eldkrona, krypande
- 25 Prunus laurocerasus - Lagerhägg
- 26 Viburnum tinus – Lagerolvon

Klätterväxter:

- 30 Hedera helix – Murgröna
- 31 Parfymjasmin – Jasminum officinale
- 32 Passiflora amethyst – Passionsblomma
- 33 Tetrastigma voinierianum – Kastanjevin

Örter:

- 40 Agapanthus inapertus – Afrikas blå lilja
- 41 Campanula – Blåklocka, krypande
- 42 Cyclamen – Lite cyklamen
- 43 Soleirolia soleirolii – Hemtrevnad
- 44 Zantedechia aethiopica – Vit kalla

Tabell 10.

Vindfång / Luftsloss

Frosttåliga växter

Orangeriväxter i kruka

Växtbädd 30 cm hög

Sittplatser runt trädet

Städsegrön solitär

Damm, 40 cm hög

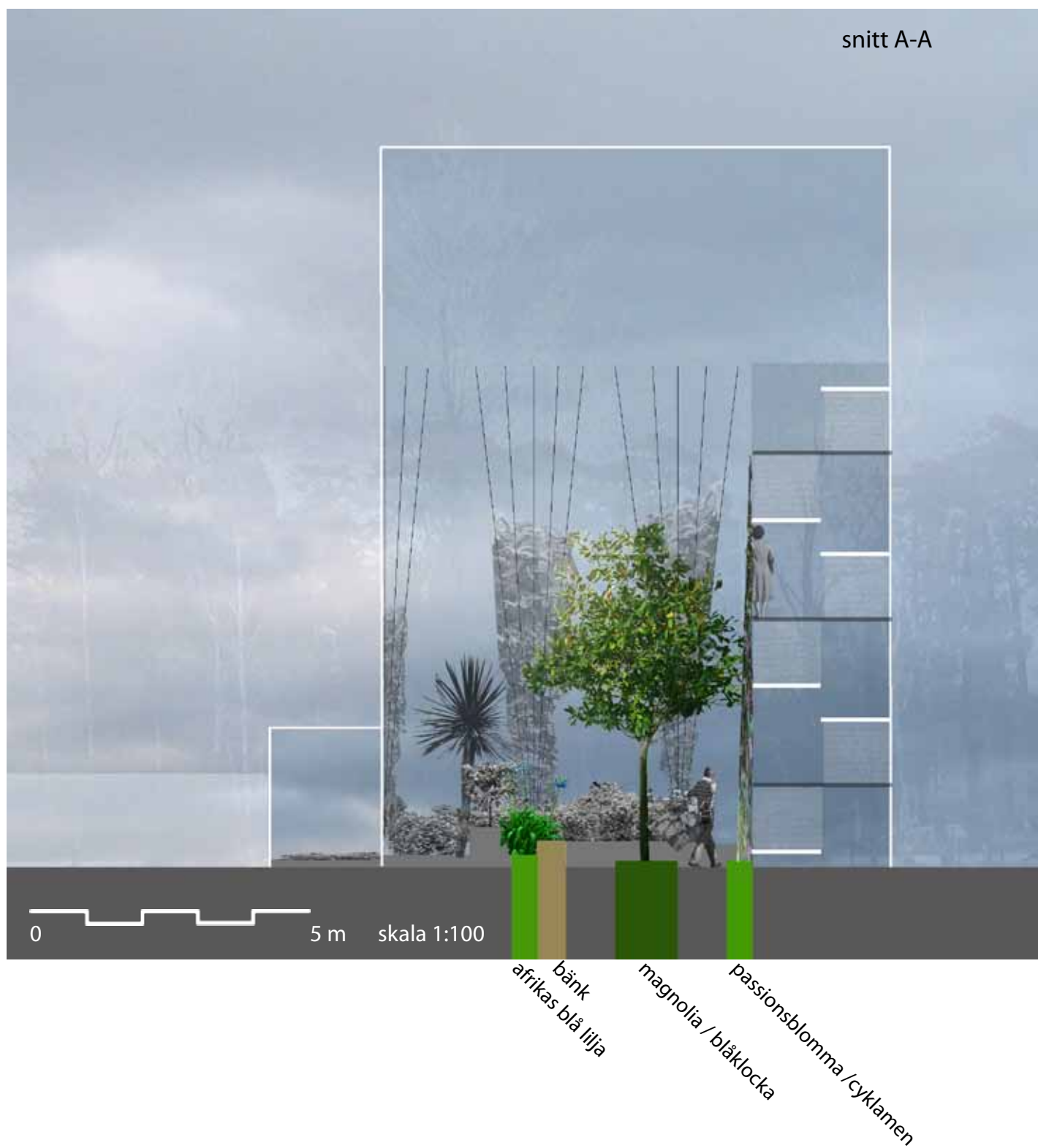
Trappa till tak och övervåning

Illustrationsplan Växthus





snitt A-A



Växter som används som inspiration och i gestaltningen: 1. Krypande blåklocka 2. Murgröna 3. Kalla 4. Afrikas blå lilja 5. Drakblodsträd 6. Klättrande murgröna på trappan 7. Eldkrona 8. Kastanjevin 9. Passionsblomma, en klätterväxt

Grön vägg

Växter är en symbol för den ultimata energiomvandlingen. Energin i solljuset omvandlas till direkt tillväxt för individen. En grön vägg i Energihusets utställningshall skulle bidra till att skapa en levande utställningsmiljö och en god arbetsmiljö för de som kommer ha sina arbetsplatser i huset. Väggen skulle också bli en attraktionspunkt som drar ögonen till sig och något besökarna minns. Den gröna väggen i utställningshallen kan följa schaktet upp på mot taket och binda ihop våningarna visuellt. Den gröna väggen har ett eget formspråk. En slingrande form som utgörs av en enda art dominerar medan bakgrunden består av en blandning av fyra olika arter. Varje ruta i planen representerar ett utrymme där växter av samma art placeras. Antalet växter i varje ruta varierar dock på grund av växternas olika storlek. Slutresultatet blir ett levande konstverk.

Placeringen längs med ett av schakten passar bra då väggen kan få del av dagsljuset från taklanterninerna vilket minskar behovet av artificiell belysning. En alternativ placering av växtväggen hade varit i växthuset. Det som talar emot det alternativet är att växterna kan klara de låga temperaturerna (10-12° C vintertid) sämre och att de inte trivs i miljöer med drag såsom en entré.

En grön vägg kräver inte särskilt mycket skötsel efter montering och etablering men det är ändå mycket viktigt att den skötsel som behövs fungerar eftersom väggen kommer ha en så central position i Energihuset.

Illustrationsplan

Grön vägg



-  *Nephrolepis exaltata*
Spjutbräken
-  *Codiaeum variegatum*
Kroton
-  *Epipremnum aureum*
Gullranka
-  *Hoya carnosa*
Porslinsblomma
-  *Alocasia lowii*
Skelettblad

1 Meter Skala 1:20

Utvärdering av gestaltungsförslaget

Anledningen till att göra en resursutvärdering av gestaltningen är för att få en överblick över vad platsen har för styrkor i ett långsiktigt perspektiv och på vilka plan det finns svagheter. En resursutvärdering enligt PEBOSCA-modellen ger inte rätt och fel men kan vara en hjälp att inte missa viktiga aspekter. Det är dock viktigt att komma ihåg att PEBOSCA-modellen inte är framtagen för att utvärdera gestaltning, därför kan aspekter som exempelvis rumslighet och trygghet lätt missas. Hur en förändring påverkar omgivande landskap eller andra platser är inte självklara att inkludera i utvärderingen.

P – Fysiska resurser

De fysiska resurserna har haft en stark ställning i det här projektet eftersom arbetet är inriktat på energirelaterade aspekter och lösningar. I examensarbetet har ett antal fysiska åtgärder som idag blir allt vanligare för att utnyttja de fysiska resurserna effektivare undersökts. Åtgärder som lokalt omhändertagande av dagvatten tar vara på de resurser som finns medan läplanteringen och ett grönt tak skyddar huset mot energiförluster. Användandet av platsens schaktmassor tar både vara på de förutsättningar projektet har och skapar samtidigt en bullervall som skyddar platsen mot höga ljudnivåer.

Växthuset bildar en temperatursluss in till huset. I och med att växthusklimatet ska motsvara medelhavsklimat varierar temperaturen i växthuset med årstid vilket spar mycket energi jämfört med att ha tropiskt klimat året om. Växthuset blir en fysisk resurs på så sätt att det kan installeras ett luftutbytesystem med huvudbyggnaden. På så sätt kan värmeförluster från ventilation utnyttjas i växthuset och genom luftutbyte bidra till högre luftfuktighet inomhus.

En annan aspekt på fysisk resurseffektivitet är valet av materialen som används. Målet har varit att undvika att använda resurskrävande material i större ytor. Marktäckande växter har använts istället för gräsmattor då de kräver mindre skötsel och ofta är vackrare att titta på.

E – Ekonomiska resurser

De viktigaste faktorerna när det gäller ekonomin har varit att skapa ekonomiskt uthålliga lösningar. Investeringskostnaderna har inte varit avgörande om det har uppskattats att de bidrar till minskade kostnader i skötsel och drift för både hårda material och växter. Genom god planering i gestaltningen och anläggningen av utemiljön kan stora vinster uppnås i förvaltningsskedet. Målet med utnyttjandet av schaktmassorna är att sänka kostnader för transport och omhändertagande av material. När det gäller lokalt omhändertagande av dagvatten och gröna tak har den samhällsekonomiska och upplevelsemässiga vinsten gått före ekonomiska besparingar i bygg och driftskedet. För att minska uppvärmningskostnaderna för byggnaden är slussen in i växthuset mycket viktig, speciellt vintertid. Läplanteringen är viktig för att minska vindavkylningen på husets och växthusets fasader.



skala 1:500

0

20 m

B – Biologiska resurser

På platsen är det idag en enförmig biotop med främst gräsmatta och en del högre buskar. De större träden är den främsta biologiska tillgången. I gestaltungsförslaget sparas ett av de större träden. Gestaltningen innebär en större variation på platsen med läplanteringen, dammen och även det gröna taket vilket kan attrahera fler djur än platsen gör idag.

För att gynna det biologiska livet är skötseln av ytorna viktig. Genom att planera för planteringsytor med marktäckare minskar behovet av ogräsbekämpning. I växthuset kan biologisk bekämpning med hjälp av nyttodjur användas för att minimera användandet av bekämpningsmedel. I dammen har vi mycket vattenväxter vilket minskar förekomsten av alger och därmed bekämpningen av dem. Vi har också försökt planera de hårdgjorda ytorna så att det blir slitage på alla delar och på så sätt naturlig bekämpning av ogräs. Genom att planteringsytorna inte städas alltför noga gynnas mikrolivet som i sin tur är positivt för växterna. Detta minskar behovet av gödsling. För att få välfungerande planteringsytor har vi valt växtmaterial som är hårdigt för platsen och har lämpliga stånortskrav.

O – Organisatoriska resurser

För att ta tillvara de organisatoriska resurserna är det viktigaste att vara ute i god tid i planeringen av projektet. Det gäller både vid planeringen av de funktioner som måste finnas i runt och på huset samt utnyttjandet av platsens resurser. Planering för användning av schaktmassor måste ske i projekteringskedet för att det praktiskt ska vara möjligt. Organiseringen av tillfartsvägar både för gångare, cyklist och bilister är mycket viktig då platsens struktur beror av detta. Viktigt i detta projekt var också att få in olika funktioner som laddstationer för elbilar i gestaltningen. En lösning som fungerar praktiskt väl är också mycket viktig för att uppnå en god gestaltning. Den långa muren är ett exempel på detta då den fungerar som avgränsare mellan läplantering och husets närmiljö samtidigt som den erbjuder sittplatser för en större mängd besökare. Muren organiserar både rummet och har en praktisk funktion.

Skötselplaner behöver upprättas för växthuset och utemiljön för att säkerställa önskad utveckling av växtmaterialet.

S – Sociala resurser

Energihuset kommer vara en mötesplats för forskare och allmänhet. Därför har det varit viktigt att skapa platser för både små och stora grupper samt enskilda besökare som kommer dit. Vissa platser är anpassade för de större grupperna med många informella sittplatser som på muren längs läplanteringen. Andra platser passar bättre för enskilda eller mindre grupper som i växthuset. Uteplatsen är en central mötesplats utomhus. Genom det goda mikroklimatet som uppnås här genom det varma söderläget, närheten vatten som svalkar och träd som skuggar gör det till en attraktiv mötesplats.

C – Kulturella resurser

En god möjlighet är att använda Energihuset som plats för kulturella evenemang. Exempel på sådana evenemang kan var utställningar av olika slag där konstnärer, författare, fotografer eller designers bjuds in för att medverka under teman som exempelvis energi, uthållighet och framtiden. Det finns även möjligheter att engagera skolor i evenemang med koppling till kunskap om energi och uthållighet.

Den gröna väggen är ett kulturellt inslag eftersom den berikar inomhusmiljön likt ett levande konstverk. På samma sätt kan växthuset liknas vid ett modernt orangeri.

A – Estetiska resurser

Målet har varit att de miljöer som behandlas i projektet ska tillföra upplevelsevärden för Energihusets besökare. Genom gestaltningen vill vi skapa miljöer som tilltalar alla sinnen. Det ska finnas något för syn, hörsel, luktsinne och känsel både i stor och liten skala.

Det gröna taket har olika estetiska värden beroende på om det betraktas från någon av de övre våningarna på Ångströmlaboratoriet eller om personen befinner sig på taket. Detsamma gäller växthuset då det kan ses från trappan. Utsikten från taket är också en estetisk tillgång. Inne i huset är den gröna väggen som lyfter miljön. Från utställningshallen är kopplingen till uteplatsen viktig.

Den audiella miljön vid uteplatsen förändras till det bättre genom bullervall och skärm. Ljudet från vattenspelet i dammen lyfter denna plats ytterligare. Vattnet tillför också variation. Dessa åtgärder samt det goda mikroklimatet på platsen bidrar till dess attraktivitet.

I valet av växter för både utemiljö och växthus har ambitionen varit att skapa miljöer med årstidsvariation för att platserna ska tilltala våra sinnen året runt. Målet har också varit att med ett enkelt formspråk skapa rumsliga miljöer i flera skalor.

Diskussion

En anledning till att energihusprojektet intresserade oss att var möjligheten att lära oss mer om hur landskapsarkitekter kan jobba med hållbarhet och då i synnerhet med energifrågor. Vi ville undersöka vad det fanns för energirelaterade lösningar att tillgå. Som studenter hade vi relativt lite kunskaper inom området och misstänkte att kunskapsnivåerna hos praktiserande landskapsarkitekter varierade mycket. Efter att ha genomfört en grundlig litteraturstudie och tillämpat lösningarna i en gestaltning kan denna kunskap tillämpas också i andra projekt.

Helhet och hållbarhet

Medvetenhet om helheten när det gäller funktioner, uthållighetsfrågor och gestaltning har varit central. Vikten av att ständigt lyfta blicken och försäkra sig om att väsentliga delar inte glöms bort kan betonas liksom att hela tiden ha en gemensam målbild. Det är förmågan att se helheten och projekt i sina sammanhang som landskapsarkitekter är tränade i. Detta har varit värdefullt i ett projekt som Energihuset.

Genom att använda begreppet uthållig gestaltning kan det ifrågasättas om det är själva arbetsprocessen som är uthållig eller om det är andra aspekter som det syftas på. Det som behandlas i detta arbete gäller uthålliga platser. För att nå fram till en uthållig gestaltning har PEBOSCA-modellen och de sju aspekter som tas upp i den använts. Platsen och dess förutsättningar är utgångspunkten för att i gestaltning åstadkomma en uthållig lösning. Det är viktigt att vara medveten om att alla platser inte har potential att bli hållbara ur alla perspektiv och det är heller inte alltid nödvändigt.

Hållbara lösningar är verkligheten i ropet idag och det är ett mål som många eftersträvar. Det är politiskt korrekt att arbeta med hållbarhet. Begreppet har en lättförståelig definition (se Definitioner på sidan 16) men det är ändå inte alltid lätt att veta vad som är hållbart. För att veta om något är långsiktigt hållbart är det många aspekter som ska vägas in. PEBOSCA-modellen är ett försök att strukturera upp aspekterna men kategorierna blir breda och det är svårt att få en överblick eller jämföra olika alternativ. Eftersom det alltid finns möjlighet till förbättring bör hållbarhet vara ett mål att sträva efter mer än ett tillstånd att befinna sig i.

Energiförbrukning

Valet att ha ett så tydligt fokus på energi och energiförbrukning i förhållande till andra uthållighetsaspekter beror till stor del på kopplingen till projektet Energihus i Uppsala. Energiförbrukning och energiframställning är nära kopplat till klimatförändringar. I utemiljön finns det många möjligheter att minska energiförbrukningen genom att använda genomtänkta lösningar i gestaltningen av platsen. Detta kan ses som ett bidrag till minskad klimatpåverkan eftersom samhället inte bara behöver byta ut de icke förnyelsebara energikällorna utan också minska den totala energiförbrukningen.

Uthållighet kan vara att genom ett långsiktigt perspektiv skapa möjlighet för låg energianvändning i skötseln och att välja material ur energiförbrukningssynpunkt. Det kan också vara att skapa ett socialt uthålligt samhälle där det viktiga är att skapa

attraktiva och praktiska miljöer där människor vill vistas och känner sig trygga. Miljön runt Energihuset har potential att bli en plats dit människor söker sig också för dess estetiska och sociala kvalitéer.

Tillämpning energieffektiva av lösningar

Energieffektiva lösningar för landskapsarkitektur har idag kommit olika långt inom olika områden. Inom exempelvis belysning så är det en självklarhet att använda energisnåla alternativ eftersom det är framförallt energisnål belysning som saluförs av belysningsföretagen. Inom markmaterial är kunskapsnivån låg när det gäller kopplingen till energiåtgång. Vi antar att detsamma också gäller för skötselnivåer på anläggningar, visserligen planeras de ibland energisnålt men då främst på grund av ekonomiska motiv.

En faktor som är betydelsefull är om det finns ett drivande företag bakom en energieffektiv lösning. För att en produkt eller lösning ska nå ut på marknaden är det en fördel om de saluförs som en helhetslösning. Exempel på detta är system för gröna tak och gröna väggar. Det är troligen lättare att sälja in idén hos en beställare då det finns ett företag eller organisation bakom som marknadsför och har ett intresse av att få ut produkterna på marknaden. Om de dessutom kan visa på en ekonomisk långsiktig vinst är detta också viktigt. Företagen marknadsför sig också gentemot arkitekter vilka verkar både som beställare och projektörer.

Det är svårare för ett koncept som stadsodling att slå igenom eftersom det oftast diskuteras på en teoretisk nivå utan någon stark aktör bakom som ser hur företaget kan göra en vinst på det. På liknande vis finns svårigheter att skapa en energimedvetenhet kring material som används i anläggningar utomhus. Information om material kan vara mer krävande att sätta sig in i då livscykeln är lång och komplex. Dessutom har material olika egenskaper vilket påverkar vad som kan och bör användas beroende på hur platsen används och vilket uttryck den ska ha. Det kan också krävas en väl underbyggd argumentation för att övertyga beställare om en mer kostnad i val av material och anläggningsmetod när pressen är hög att hålla nere kostnaderna i ett projekt. Fördelen med att föra en sådan diskussion är att det ibland finns möjlighet att visa på att en hög investeringskostnad kan resultera i en lägre kostnad på sikt genom minskad energiförbrukning och skötsel.

Energihusprojektet

Eftersom examensarbetet har utgått från ett specifikt projekt och lösningar som lämpar sig där är detta inte någon heltäckande undersökning av alla energibesparande lösningar för utemiljöer. Däremot kan många av de aspekter som har studerats i samband med energihusprojektet tillämpas i andra gestaltungsprojekt. De delar som har granskats och gestaltat har olika stark koppling till landskapsarkitektur då arbetet utgår från ett specifikt projekt. Lokalt omhändertagande av dagvatten är starkt kopplat till gestaltningen av utemiljön och något som används i många projekt medan växthuset och den gröna väggen är mer ovanliga gestaltungsuppgifter för landskapsarkitekter.

Något som inte har berörts är hur energifrågor kan hanteras i storskaliga perspektiv som exempelvis inom infrastrukturplanering, planering av bebyggelse och planering av vindkraftparker. Vi hade också kunnat skriva mer om material, om hur växtlighet på väggar kan ha viss isolerande effekt, om gestaltning av energiskog och vindkraft med mera men vi insåg att arbetet hade blivit alltför omfattande då. Dessa områden kan vara ämnen för framtida examensarbeten.

Gestaltningen

I början av gestaltningsskedet hade det mesta av litteraturstudien skrivits och arbetet med de båda delarna löpte parallellt. De första försöken till gestaltning gick främst ut på att placera de olika delarna och försöka väva ihop dem. Ganska snart och med hjälp av handledning insåg vi att gestaltning på ett energimedvetet sätt inte skiljer sig från annan gestaltning. På samma sätt som i de flesta gestaltungsprocesser behövde vi backa ett steg och börja på ett nytt spår. Tidskisser med ett stort antal mer eller mindre realistiska förslag som resultat gjorde att gestaltningen utvecklades.

En insikt var att energimedvetna lösningar måste behandlas på samma sätt som alla andra funktioner. De ska finnas där men får inte styra helhetsidéerna från första början. Visserligen kan olika lösningar inspirera till form men det är lätt att fastna i dem om man som arkitekt inte tar ett steg tillbaka och till en början skissar förutsättningslöst. I den övergripande gestaltningen kan sedan funktioner inordnas, justeras, revideras, justeras ytterligare och så vidare. Det är betydligt lättare att först hitta en form som funktionerna jobbas in i än att först placera funktioner som sedan ska länkas ihop genom en form eller ett formspråk. I verkligheten så blir gestaltungsprocessen nästan aldrig en linjär process utan en flexibel där fokus rör sig mellan olika skalor och där lösningar ständigt omarbetas.

Fokuset på energieffektivitet i projektet har påverkat gestaltningen. Under tidskisserna var de olika komponenterna en inspiration till idéer utan att vi för den delen låste oss vid var eller hur de skulle vara med. Läplanteringen var en av inspirationskällorna i gestaltungsarbetet. Den lockade till att använda ytor med mycket vegetation i gestaltningen, idéer såsom sagoskog eller gläntor fanns för detta. Fokuset på energi har inte haft någon större betydelse för det formspråk vi har använt. Gestaltningen har mer grundat sig i vilken typ av plats vi har haft som mål att skapa. En plats med starka former som kunde stå sig mot byggnadens karaktärsfulla form med två vridna kuber placerade på varandra eftersträvades. Gestaltningen av utemiljön skulle även vara stark nog att ge platsen en egen identitet i förhållande till Ångströmlaboratoriet som dominerar området. Utemiljön kan med fördel utnyttjas för pedagogiska och lekfulla projekt i framtiden med de möjligheter som finns till förändring av markytor inom den bärande strukturen för gestaltningen.

PEBOSCA och gestaltning

Det som generellt kan sägas är att i denna typ av projekt där många aspekter och komponenter ska sammanfogas för att uppnå en uthållig lösning finns det en risk att fokus hamnar på ett fåtal aspekter. Resultatet blir då att helhetsgreppet både gestaltungs-mässigt och funktionellt går förlorat och att det kan bli svårt att nå en uthållig lösning. Detta är motivet för att använda PEBOSCA-modellen. Den har varit ett hjälpmedel för att få en bättre bild av helheten i den miljö som skapas. Förutom att se till de fysiska, biologiska, ekonomiska och estetiska aspekterna är det viktigt att väga in de organisatoriska, sociala och kulturella aspekterna då dessa kan vara lätta att glömma. Som vi påpekat tidigare är PEBOSCA-modellen inte en optimal metod för att utvärdera en gestaltning eller en plats då många viktiga

aspekter inte självklart tas upp. Exempelvis rumsligheter på platsen och platser och landskaps olika karaktär men också hur projektet påverkar landskap på platser där material utvinns och produceras.

För att nå en uthållig lösning är det viktigt att inse att alla aspekter är viktiga att ta hänsyn till. Uthållighet i gestaltning och planering handlar om helheten mer än om dess inneboende komponenter. Visserligen spelar de olika delarna en avgörande roll men nätet som håller dem samman är minst lika viktigt. Uthållig gestaltning måste ses i det sammanhang som den uppförs i. Hur själva platsen är beskaffad och hur den används är mycket viktiga förutsättningar. Landskapsarkitekter är vana att tänka på helhet i förhållande till detaljer, speciellt i början av projekt. Det är en styrka när det gäller att planera med ambition att skapa uthållighet.

Arbetsprocessen

Det har varit positivt att arbeta tillsammans eftersom projektet är så omfattande. Det skulle ha varit omöjligt att få den helhetsbild som vi har nu om någon av oss jobbat själv med det. Det teoretiska arbetet delades upp mellan oss medan gestaltningen gjordes gemensamt. Det har inte varit svårt att hitta en bra balans i uppdelningen av de teoretiska delarna vilket vi från början befarade. Genom att jobba tillsammans med gestaltningen har vi nått längre än vad vi kunnat göra på egen hand. I arbetet med gestaltningen har vi dessutom fått tillfälle att förklara vad vi kommit fram till i våra efterforskningar för att kunna tillämpa dem i gestaltningen.

Blandningen mellan att arbeta självständigt och tillsammans har varit bra. Det har hela tiden funnits en dialog om ämnena. Att under hela projektets gång ha en samarbetspartner som är insatt i projektet är mycket värdefullt.

Det som varit extra värdefullt och intressant var den kunskap som vi fick i möten med personer som varit insatta i de olika områdena som har undersökts. Studieresan till Malmö och Göteborg var mycket givande, liksom besöken på de botaniska trädgårdarna i Uppsala och Stockholm. I samtal med andra har frågor vi inte visste att vi hade besvarats och detta har lett arbetet vidare.

Målgrupper och omfång på arbetet

Eftersom det har funnits flera målgrupper för examensarbetet har det varit svårt att avgöra vilken som har varit den främsta. Från början var det Energihusets ledningsgrupp och styrelse men ju längre arbetet framskred skiftade den primära målgruppen till att bli landskapsarkitekter. Att ha en tydlig målgrupp innebar att uppfatta vilken information som var relevant. Dessutom blev den mer allmänt hållna teoretisk delen mer motiverad då personer inom yrket ska kunna använda arbetet. Gestaltningssdelen i projektet är den som är mest användbar för Energihusets styrelse. Ändringen av målgrupp har inneburit att arbetet blivit mer omfångsrikt. Detta trots att vi har begränsat oss till vad vi tycker är relevant för målgruppen.

Frågeställningar

I början av gestaltungsavsnittet redovisades ett antal olika målsättningar för utformningen av platsen. Här redovisas dessa igen och följs av en diskussion om hur målet har hanterats och hur väl det har uppnåtts.

"Ångströmlaboratoriet dominerar platsen starkt och att det är viktigt att Energihuset inte uppfattas som en del av Ångström utan har sin egen identitet."

En tydlig identitet åt platsen har skapats på flera sätt. Det främsta är cirkelformen där huset "landar" på platsen. Genom att använda planteringsytor med träd skapas också en visuell avgränsning i den norra och östra delen. Den här typen av trädplantering är visserligen storskalig men då den är omsorgsfullt utformad anknyter den till miljön och skalan kring Energihuset. Planteringsytorna kring Ångström är gjorda för den större skalan och på så sätt mer monotona i artval och formspråk. Överlag så är detaljeringsgraden en skillnad där det kring Energihuset skapas flera mindre platser som gestaltas väl genom utformning och genomtänkta val av material och växter.

"Platsen ligger nära Officersvillorna som ingår som en del i kulturmiljön kring Polacksbacken och vi anser att projektet måste förhålla sig till dem."

Energihuset är placerat i linje med de tre Officersvillorna. I och med att det har placerats en trädplantering mellan Energihuset och den närmsta villan skapas det en tydlig avgränsning mot den gamla miljön. Om målet hade varit att miljöerna skulle harmonisera mer med varandra finns det flera saker som skulle kunna ha undersökts. Exempelvis hur husvolymerna förhåller sig till varandra och fasadernas detaljeringsgrad. Detta har inte studerats närmare eftersom förslaget förhåller sig till det av arkitekten utformade förslaget. Den gamla arkitekturen behöver inte vara ett ideal. Målet ska istället vara att bygga god arkitektur som speglar den tid vi lever i. Det är dock viktigt att förhålla sig respektfullt mot platsens sammanhang med befintlig miljö och arkitektur. I gestaltungsförslaget har målet varit att skapa en egen plats runt Energihuset och avgränsa det från omgivande bebyggelse. Hur platsen än förändras kommer det att påverka Officersvillorna. Läplanteringen trädridå avgränsar byggnaderna från varandra och tillåter båda att ha en egen karaktär utan att den visuella konkurrensen mellan dem blir för stor. Placeringen av läplanteringen så tätt inpå Officersvillorna kommer förändra intrycket av de gamla byggnaderna men det kommer bli en mjukare övergång mellan gammalt och nytt med växtlighet mellan husen.

"Målet är att utemiljön ska vara en attraktion i sig."

Detta mål har uppnåtts på flera sätt. Detta genom att platsen har fått en tydlighet genom formspråket och en karaktär som skiljer sig från omgivningen. Energiteknik som är intressant att lära sig mer om har placerats in i utemiljön. Genom att planera väl efter väderstreck och klimat har platser som är trevliga att vistas på skapats. Uteplatsen på baksidan med en vattenspegel och sol/skuggplatser är ett exempel på detta. Växthuset blir med sin höjd och grönska året om spektakulärt och samtidigt en plats att koppla av på för besökare och anställda. Den gröna väggen blir en attraktion i sig då det inte är vanligt med växtväggar och den blir ett starkt inslag i utställningsmiljön.

"Utemiljön ska demonstrera energiteknik utan att funktionerna dominerar över gestaltningen."

När många lösningar ska integreras är det lätt att hamna i ett tekniskt synsätt med komponenter som ska placeras in. I förslaget har en helhetsmiljö skapats och fokus ligger inte på de olika delarna. För att förtydliga de olika energirelaterade lösningarna kommer besökaren behöva information genom skyltar, guidning eller en broschyr.

"Energihuset ska synas från Kungsängsleden och väcka intresse."

Genom att vrida på huset så placerades växthuset ut mot vägen och då kommer det att bilda ett tydligt blickfång från Kungsängsleden, speciellt kvällstid då det med sin belysning och grönska kommer att synas extra mycket. Det finns också goda möjligheter att använda bullerskärmarna som annonsplats för huset och dess evenemang.

"Vi vill genom gestaltningen bidra till en trevlig arbetsmiljö för de anställda."

Det har skapats trevliga pausplatser i växthuset, på uteplatsen och på taket. Den gröna väggen och luftutbytet med växthuset bidrar också till ett bättre inomhusklimat för anställda och besökare att vistas i.

"Gestaltningen ska granskas utifrån ett uthållighetsperspektiv."

På samma sätt som teoriavsnitten har granskats med PEBOSCA-modellen har även gestaltningen utvärderats för att kontrollera att de olika uthållighetsaspekterna beaktas. En fara i arbete med uthållighet är att det snabbt kan urholkas om vissa av uthållighetsresurserna saknas.

Det är ofta lättare att behandla de fysiska, ekonomiska biologiska och estetiska aspekterna av uthållighet på platsen jämfört med de organisatoriska, sociala och kulturella aspekterna. Vissa effekter av det som har planerats i projektet har varit svåra att kategorisera. I vissa fall har det varit svårt att finna negativa aspekter inom ämnena. Detta eftersom det har saknats kritiska synpunkter då många av de källor vi har använt oss av gärna vill verka för ett mer hållbart samhälle och hållbara lösningar och inte har framhävt negativa konsekvenser.

I utvärderingen av gestaltningen var det de kulturella resurserna som var svagast. Troligen beror det på att Energihuset främst är en arbetsplats och ett besöksmål som används dagtid och inte ligger i närheten till centrum eller bostadsområden.

Det har varit värdefullt att använda PEBOSCA-modellen som en checklista och sammanfattning för arbetet. Det ger en bra överblick och det blir tydligt vilka aspekter som varit svåra att inkludera i de olika delarna.

Slutsats

När arbetet i början strukturerades upp formulerades de frågeställningar som sedan har återkommit i projektet. Huvudfrågan har varit hur energiförbrukning kan påverkas genom gestaltning och om förutsättningarna för god gestaltning försämrats. Detta besvaras genom arbetet, dels i teoriavsnitten men också i diskussionen där vi resonerar kring gestaltningen.

Det finns en mängd olika energirelaterade lösningar och funktioner som landskapsarkitekter kan använda sig av. Ett hinder för att dessa lösningar ska användas i praktiken är att många, både landskapsarkitekter och beställare, saknar kunskap om dem, deras funktion och deras fördelar och nackdelar. När lösningarna väl används är det viktigt att de behandlas på samma sätt som övriga funktioner i gestaltningen. En svårighet kan vara att se lösningarnas potential för kreativ gestaltning men det går att tänka bortom den form lösningen brukar ha. Exempel på detta kan vara att skapa stora mönster på gröna tak, en läplantering kan vara en lekskog för barn och en luftsluss in till huset kan bli en grön oas.

PEBOSCA-modellen har varit användbar att utgå ifrån som en checklista. Den har inte påverkat slutresultatet i någon större utsträckningen men den har sammanfattat och gett vissa idéer, speciellt i arbetet med teoridelarna. Den har också varit en hjälp för att skapa ett helhetstänkande kring platsen och projektet. Att ta ett steg tillbaka och se till helheten har varit särskilt viktigt i energihusprojektet då det innehåller så många komponenter. Arkitekturen kan vara det som tillför en gemensam känsla för projektet trots att komponenterna är mycket olika.

Källförteckning

Tryckta källor

- AI Företagen, 1997. *Miljöanpassad projektering*. Stockholm: AI-företagen
- Akademiska Hus, 1994. Underlagshandlingar inför bygge av Ångströmlaboratoriet
Geotekniska undersökningar. Bjerking Ingenjörbyrå AB 1994, Byggnadsstyrelsen
1992, VIAK AB 1983.
- Benson, J. & Roe, M. (red.), 2007. *Landscape and sustainability*. 2nd ed. London:
Routledge.
- Berg, P. (red), 2009. *Timeless cityland: Building the Sustainable Human Habitat*.
Uppsala: Institutionen för stad och land, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Blanc, P. & Lalot, V. (red.), 2008. *The vertical garden: from nature to the city*. New
York: W.W. Norton.
- Bokalders, V. & Block, M., 2004. *Byggekologi, kunskaper för ett hållbart byggande*.
Västervik: Ekblad & co.
- Cantor, S., 2008. *Green roofs in sustainable landscape design*. New York: W.W
Norton.
- Carlson, P. (red.), 1999. *Miljöanpassad projektering. D. 2, Råd för att skapa sunda
inne- och utemiljöer*. Stockholm: AI-företagen
- Crowther, R., 1992. *Ecologic Architecture*. Boston: Butterworth Architecture.
- Björk, F., 2004. *Green roofs effect on durability of roof membranes*. Malmö:
International Green Roof Institute, Augustenborgs botaniska takträdgård.
- Dahl, L., 2008. *Växtväggar*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet, Examensarbete.
- Dunnett, N. & Kingsbury, N., 2008. *Planting green roofs and living walls*. 2nd ed.
London: Timber Press.
- Eriksson, J., Nilsson, I., Simonsson, M., 2005. *Wiklanders marklära*.
Studentlitteratur: Lund.
- Falk, T., 2007. *En outnyttjad resurs*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet,
Examensarbete.
- Hellberg, T., Herner, S., Löfstrand, M., 2004. *Växthus drömmar av glas*. Fälth &
Hässler: Värnamo.
- Hellgren, M., 2004. *Vegetation på vertikala ytor inomhus: En princip för en teknisk
lösning*. Uppsala: Institutionen för landskapsplanering, Examensarbete.
- Holm, J., 2008. *Optimalt ekologiskt*. Uppsala: Institutionen för stad och land,
Sveriges Lantbruks Universitet, Examensarbete.

- Jordbruksverket, 2007. *Växthusteknik*. Jönköping: Jordbruksverket.
- Kotler, P. et al, 2002. *Principels of Marketing*. 3rd European Edition. Lombarda, Italien: Rearson Education Limited.
- Lomite, H. & Kare, S., 2009. *Impact of Construction Material on Environment*. Borås: University College of Borås, School of Engineering. Examensarbete.
- Lundstedt, J. & Karlsson, P., 2003. *Ett grönt taks förmåga att påverka värmetransmission genom en takkonstruktion*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola, Examensarbete.
- Länsstyrelsen Uppsala län, 1989. *Vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter för de kommunala vattentäkterna i Uppsala- och Vattholmaåsarna i Uppsala kommun*. Uppsala: Länsstyrelsen Uppsala län.
- Margolis, L. & Robinson A., 2007. *Living Systems*. Basel, Switzerland: Birkhauser Verlag AG.
- Mazria, E., 1979. *The passive solar energy book: a complete guide to passive solar home, greenhouse and building design*. Emmaus, Pa, USA: Rodale Press.
- McCullagh, J. (red.), 1978. *The solar greenhouse book*. Emmaus, Penn., USA: Rodale Press.
- Motloch, J.L., 2001. *Introduction to landscape design*. 2nd ed. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Möller, H., 1993. *Beskrivning till jordartskartan Uppsala NV*. Uppsala: MO Print AB.
- Naturvårdsverket & Boverket, 2006. *Förorenade områden och fysisk planering*. Rapport 5608 – 2006. Bromma: CM Digitaltryck.
- Peck, S., 2008. *Award-winning green roof designs: green roofs for healthy cities*. Atglen: Schiffer Publishing Ltd.
- Persson, J., 1998. *Utformning av dammar: En litteraturstudie med kommentarer om dagvatten-, polerings- och miljödamm*. 2:a upplagan. Institutionen för vattenbyggnad, Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Starby, L., 2006. *En bok om belysning*. Södertälje: Fingraf Tryckeri AB.
- Steffen, W. et al., 2004. *Global Change and the Earth System – a planet under change*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Stureson, E., 2008. *Parkens belysning*. Uppsala: Institutionen för stad och land, Sveriges Lantbruksuniversitet, Examensarbete.
- Söderblom, P., 1992. *Sedumtak: lätta gröna tak av sedumväxter*. Stockholm: Byggförlaget.
- Tell, J., 2007. *100 sätt att rädda världen...*. Värnamo: Bokförlaget Max Ström.
- Veg Tech, 2009. *Vegetationsteknik*. Produktkatalog.

Westergren, P., 2004. *Handbok för återvinning av asfalt*. Borlänge: Vägverket.

Whitefield, P., 2006. *Permakultur i ett nötskal*. Stockholm: Föreningen Permakultur i Sverige.

Åkerlöf, L. & Byman, U., 1998. *Skönheten och oljudet: [handbok i trafikbullerskydd]*. Stockholm: Svenska kommunförbundet.

Artiklar

Alexandersson, H., Vindstatistik för Sverige 1961-2004. *SMHI Meteorologi*, nr. 121/2006.

Tillgänglig på:

http://www.smhi.se/content/1/c6/01/96/48/attachments/meteorologi_121-06.pdf

Axelsson, J., Hallgren, A., 1993. Regn som resurs. *Gröna Fakta C3*, Alnarp: Movium, Sveriges lantbruksuniv.

Bengtsson, L., 2002. Avrinning från gröna tak. *Vatten*, 58, s. 245-250.

Baltscheffsky S., 2007-07-92, Klimatet skapar nya växtzoner, *Svenska Dagbladet*.

Tillgänglig på:

http://www.svd.se/nyheter/inrikes/artikel_249241.svd

[2009-05-03]

Degerman, S. (red.), 1999. Miljöanpassad parkskötsel: en komplex fråga. *Gröna Fakta*, 8/1999, Alnarp: Movium, Sveriges lantbruksuniversitet.

Ericsson, T., 2009. Gödsling med naturen som förebild. *Hemträdgården*, särtryck 2007-2008, s. 25-28.

Glaumann, M. et al, 1992. Plan(t)era för lä. *Gröna Fakta C4*, Alnarp: Movium, Sveriges lantbruksuniversitet.

Kjerner, V., 2009-03-23. Gatubelysning byts ut för att skona miljön. *Uppsala Nya Tidning*, 23 mars s. A8.

Knutsson, H., 2003. Effektiv parkverksamhet -inte bara en fråga om pengar! *Gröna Fakta*, 3/2003, Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet.

Lönngrén, G., 1996. Dammar. *Gröna Fakta 5/96*, Alnarp: Movium, Sveriges lantbruksuniversitet.

Schroeder, H., 2000. Ogräsbekämpning i fritidsodling. *Fakta Trädgård-Fritid*, 11/2000.

Schüßler, K. H., 1999. Kort och knubbig eller lång och gänglig – vad styr växters form?. *Fakta Trädgård-Fritid*, 69/1999

Strandberg, M. Blombäck, K. Lundström, L., 2001, Växtbäddens vatten luft och temperatur, *Faktablad golfbanor*, Svenska Golfförbundet.

Tillgänglig på:

www.golfforbundet.no/photoalbum/view/?size=org&id=161159

[2009-05-03]

Ullenius, A., 2007-02-03. Växter uppåt väggarna. *Svenska Dagbladet*, s. 10.

Wembling, M., 1999. Vindskydd i trädgården. *Fakta Trädgård-Fritid*, 73/1999

Opublicerade källor

Nilsson, C., 2007. *Energihus Uppsala, Ansökan 2007-07-13 om ekonomiskt bidrag från STEM för forskning, utveckling, demonstration och test av nya energilösningar i byggnader.*

Elektroniska källor

Emmabodaglas, *Material för montering av glas i fasader*. [elektronisk]
http://emmaboda.sggs.com/Emmaboda/Vara%20glas/Isolerglas/varm_kant.asp
[2009-05-13]

Uppsala kommun, *Kronparken och Polacksbacken*. [elektronisk] http://kartor.upsala.se/scripts/hsrun.exe/extwebb/dynamiskt2/MapXtreme.htx:start=HS_naturomrade?beteckning=BON003
2009-04-25

Vägverket, 2006. *Råd och rekommendationer vid uppförande av bullerdämpande vallar och skärmar*. [elektronisk]
http://publikationswebbutik.vv.se/upload/2215/2006_94_rad_och_rekommendationer_vid_uppforande_av_bullerdampande_vallar_och_skarmar.pdf
[2009-03-30]

Vägverket, 1997. *Hantering av uppgrävda massor – administrativa krav*. [elektronisk]
http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3528/2007_99_hantering_av_uppgravda_massor_administrativa_krav.pdf
[2009-03-30]

Akademiska Hus, *Campus Ångström*. [elektronisk]
<http://www.akademiskahus.se/index.php?id=453&strEstateAreaUID=up10&view=byggnader>
[2009-04-25]

Belysningsbranschen, *Upplys Sverige*. [elektronisk]
http://www.belysningsbranschen.se/files/Pressrum/pressmeddelanden/UPPLYS_SVERIGE_En_rapport_fran_Belysningsbranschen.pdf
[2009-03-30]

Svenska betongföreningen, *Detta är betong*. [elektronisk]
<http://www.betong.se/Page18.aspx>
[2008-03-02]

National Institute of Standards and Technology, Building and Fire Research Laboratory, 2007. *BEES 4.0*. [elektronisk]
<http://www.bfrl.nist.gov/oae/software/bees/>
[2009-04-08]

ChromoGenics, 2009. *Elektrokroma material*. [elektronisk]
http://www.chromogenics.se/chrom_swe.htm
[2009-04-05]

Energimyndigheten, *Ekodesign ska spara energi och minska påverkan på klimatet*.

[elektronisk]

<http://www.energimyndigheten.se/Foretag/Ekodesign/>

[2009-03-30]

Energimyndigheten, *Gatu- och kontorsbelysning*. [elektronisk]

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Ekodesign/Produktgrupper/Gatubelysning/>

[2009-03-30]

Environmental Literacy Council, 2008. *Cement*. [elektronisk]

<http://www.enviroliteracy.org/article.php/1257.html>

[2009-04-08]

Scandinavian Green Roof Association, *About Green Roofs*. [elektronisk]

<http://www.greenroof.se/?pid=19>

[2009-01-14]

Ljuskultur, *En ljusare framtid: Spara energi och miljö med moderna belysning*.

[elektronisk]

<http://www.ljuskultur.se/ljk2/nav/En%20ljusare%20framtid%20-%20spara%20energi%20och%20miljö%20med%20modern%20belysning.pdf>

[2009-03-30]

Naturvårdsverket, 2008, *Avfall i Sverige 2006*, CM gruppen AB [elektronisk]

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5868-5.pdf>

[2009-05-03]

Naturvårdsverket, 2007. *Riktvärden för buller från vägtrafik*. [elektronisk]

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Buller/Buller-fran-vagtrafik/Riktvarden-for-buller-fran-vagtrafik/>

[2009-04-01]

Nationalencyklopedin, *Mikroklimat*. (Långversion) [elektronisk]

<http://www.ne.se/artikel/255823>

[2009-04-02]

Nationalencyklopedin, *Epifyt*. (Kortversion) [elektronisk]

<http://www.ne.se/kort/epifyt>

[2009-03-20]

Lag om skatt på avfall, [elektronisk]

<http://www.notisum.se/rnp/SLS/lag/19990673.htm>

[2009-03-31]

Plan- och bygglagen. [elektronisk]

www.notisum.se/rnp/sls/lag/19870010.HTM

[2009-05-12]

Permakultur Sverige, *Permakultur i ett nötskal*. [elektronisk]

http://www.permakultur.se/Permakultur/Litteratur_files/Whitefield_kap1.pdf

[2009-04-03]

Emmabodaglas, *SGG Climaplus Silence*. [elektronisk]

<http://www.saint-gobain-glass.com/FO/uk/pdf/SGG%20CLIMAPLUS%C2%AE%20SILENCE.pdf>

[2009-04-01]

SMHI, 2007. *Vind över land*. [elektronisk]
<http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=8070&a=22496&l=sv>
[2009-02-25]

SMHI, 2003. *Faktablad vindavkylning*. [elektronisk]
http://www.smhi.se/content/1/c6/02/35/42/attachments/faktablad_vindavkylning.pdf
[2009-03-04]

Uppsalas Översiktsplan, 2006. *Kapitel 6 Allmänna intressen och riktlinjer för markanvändningsbeslut*. [elektronisk]
http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Externt/Dokument/Bostad_o_byggande/6_allmanna_intressen.pdf
[2009-03-06]

Uppsala Kommun, *Teknisk försörjning*. [elektronisk]
http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Externt/Dokument/Om_kommunen/Styrdokument/oversiktsplanens_rapporter/8_Tekniskforsorjning.pdf
[2009-03-06]

Uppsala kommun, *Byggnadsminnen – översiktsplan för Uppsala stad 2002* [elektronisk]
http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Externt/Kartor/Oversiktsplan_kartor/Karta20_byggnadsminnen.pdf
[2009-06 -13]

Uppsala kommun, *Bilaga 1 Föordnanden*. [elektronisk] http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Externt/Dokument/Om_kommunen/Styrdokument/oversiktsplanens_rapporter/14_Bilagor.pdf
[2009-06-14]

Veg Tech, 2008. *Takvegetation*. [elektronisk]
http://www.vegtech.se/dokument/Takvegetation_VegTech.pdf
[2009-01-19]

Vertical Gardens, 2008. *Växtväggen*. [elektronisk]
<http://www.verticalgardendesign.com/flashtrue.php?w=1280&h=1024>
[2009-03-10]

ZinCo Greenroof, *The Ecological Benefits of a Green Roof*. [elektronisk]
http://www.zinco-greenroof.com/EN/benefits/ecological_benefits.php
–[2009-02-03]

Kartor

Svensk trädgårds zonkarta över Sverige.
http://www.tradgard.org/svensk_tradgard/zonkarta/zonkarta_stor.html
[2009-05-03]

SGU, 1992. *Jordartskartan 11 I Uppsala NV*. Sveriges Geologiska Undersökning

Bildkällor

MSN Maps *Aerial* [elektronisk]
<http://maps.live.com/?form=MSNH11&q=>
[2009-04-14]

Eniro *Flygfoto* [elektronisk]
<http://kartor.eniro.se>
[2009-01-24]

Ella-Klara Östling, fotografier från Augustenborgs botaniska takträdgård

Muntliga källor

Tobias Emilsson, Forskare med kunskap om gröna tak. Institutionen för landskapsutveckling, SLU Alnarp.
Möte och rundvandring vid Augustenborgs botaniska takträdgårdar, Malmö, 2009-02-17.

Tom Ericsson, Docent i ekologi och miljövärd, Institutionen för stad och land, SLU Ultuna.
Intervju om gödsling, vattenväxter och gröna väggar, 2009-03-25.

Lars Eriksson, ProGro, säljare.
Telefonintervju angående aktuell växthusteknik, 2009-02-23.

Lars Forsberg Universeum, Göteborg.
Möte och rundvandring på Universeum, 2009-02-18.

Malin Grundin, Uppsala Vatten och Avfall AB, Uppsala kommun.
Telefonintervju angående kommunens hantering av dagvatten, 2009-04-29.

Christina Grusell, Trädgårdsmästare Botaniska trädgården i Uppsala.
Diskussion om växthus och rundvandring i tropiska växthuset, 2009-01-29.

Mattias Jacobsson, Dalby Maskin, Vedyxatippen.
Samtal om avgifter och skatt angående återvinning av schaktmassor, 2009-04-08.

Tomas Lagerström, Landskapsarkitekt specialinriktad på växtkunskap och växthantering, Institutionen för stad och land, SLU Ultuna.
Diskussion om växtmaterial och gestaltning, 2009-02-25.

Henrik Nagelitsch, WSP Uppsala.
Diskussion angående bullersituationen och åtgärder på platsen, 2009-04-02.

Staffan Snis, STUNS, projektledare för 'Energihus i Uppsala'.
Möte med introduktion till energihusprojektet, 2009-01-27.

Pär Söderblom, landskapsarkitekt och hedersdoktor vid SLU.
Mailkonversation om gröna tak, 2009-02-16.

Sari Södergren, Trädgårdsmästare Bergianska trädgården.
Möte och rundvandring i Edvard Anderssons växthus, Bergianska trädgården,
Stockholm, 2009-04-16.

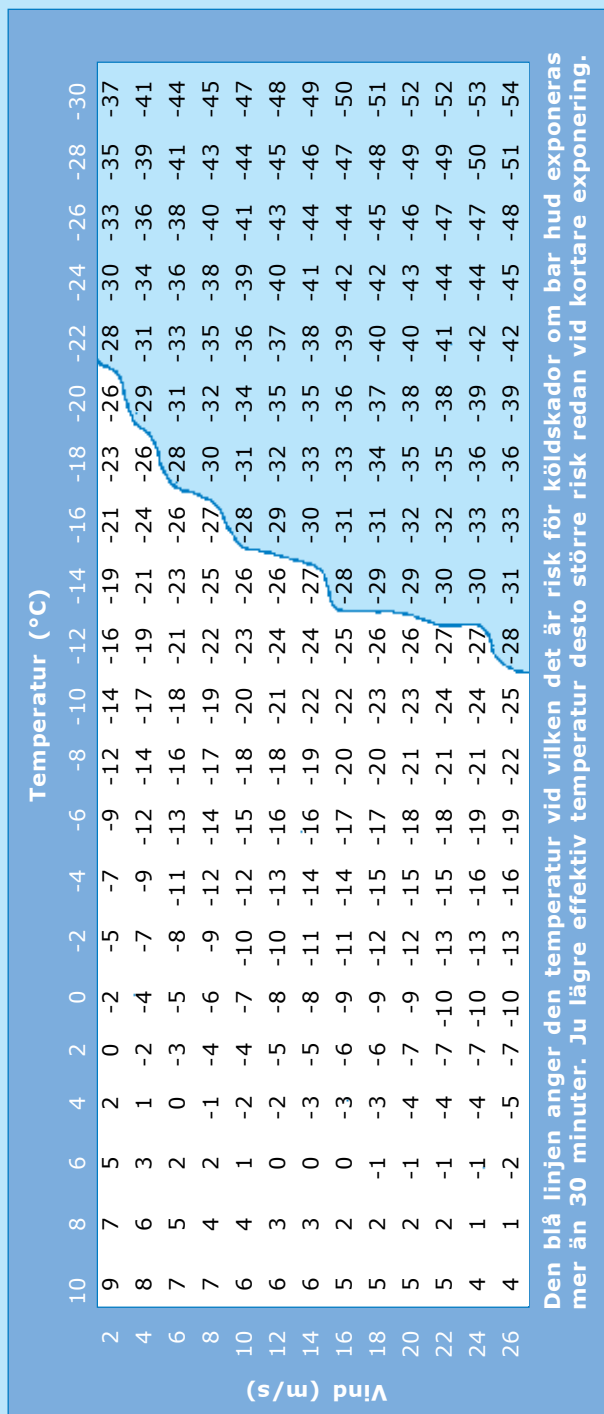
Anders Örn, Akademiska Hus.
Telefonintervju angående Akademiska Hus hantering av bullernivåer, 2009-03-26.

Bilagor

Bilaga 1

Vindavkylning, effektiv temperatur

Särskilt vid låga temperaturer ger höga vindhastigheter större avkylning än vad termometer visar. Förfrysningsrisken ökar därmed och man bör därför hellre se till den avkylande **effektiva temperaturen** beräknad som en kombination av temperatur och vind, vilket tabellen nedan visar. Från och med vintersäsongen 2003-2004 använder vi den effektiva temperaturen beräknad enligt en ny formel framtagna av de båda forskarna Randall Osceviski (USA) och Maurice Bluestein (Kanada), se omstående sida. Den har redan börjat tillämpas i åtminstone USA, Kanada och Norge.



Faktablad nr 17

SMHI

Med utgångspunkt i projektet Energihus i Uppsala presenteras ett gestaltungsforslag for utemiljon, ett gront tak, ett entréväxthus och en grön vägg inomhus. Arbetet börjar med en litteraturstudie där energirelaterade teorier och lösningar undersöks utifrån landskapsarkitektens arbetsfält. För att synliggöra hållbarhetsaspekterna i litteraturstudien och förslaget används genomgående en metod för utvärdering som belyser detta.

