

## Vinddämpande vegetation

- strategier för att minska vindens påverkan i bebyggd miljö

Wind absorbing vegetation

- strategies to reduce wind in the built environment

*Johanna Falgén Lilja och Hanna Lundaahl Jern*



## **Vinddämpande vegetation** **- strategier för att minska vindens påverkan i bebyggd miljö**

Wind reduction vegetation  
- strategies to reduce wind impact in the urban landscape

*Johanna Falgén Lilja och Hanna Lundaahl Jern*

**Handledare:** Åsa Bensch, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Examinator:** Frida Andreasson, SLU, Institutionen för arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Examensarbete i landskapsarkitektur inom landskapsingenjörsprogrammet

**Kurskod:** EX0793

**Program:** Landskapsingenjörsprogrammet

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2017

**Omslagsbild:** Hanna Lundaahl Jern

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Vind, läplantering, vegetation, vinddämpning, vindhastighet, bryn, vindskydd, klimat, stadsplanering

## Förord

Vi vill framförallt tacka vår handledare Åsa Bensch som gett handfasta tips i hur man bygger struktur i det skrivande arbetet och även motiverat oss till att söka mer information i ämnet och viljan att skriva mer. Tack även till Björn Wiström forskare på SLU som varit tillgänglig och tålmodigt ha svarat på våra frågor vad gäller läplanteringar.

## Sammanfattning

Vinden påverkas av hur landskapets ser ut. Skog, hav, öppna fält och kuperad terräng ger olika förutsättningar för hur vinden styrs. I bebyggda miljöer påverkas vinden starkt av bebyggelsens utformning och hur omgivningen ser ut omkring byggnaderna.

Genom historien har vind varit ett problem inte minst inom jordbruket där vinderosion orsakar utarmade jordar, skador på grödor. Även inom skogsbruket kan vinden ställa till problem med träd som fällt orsakat av stormar. Läplanteringar har därför varit ett nödvändigt inslag för reducera de mest skadliga vindarna. Den kunskap, som finns inom området hos människor, bygger på lärdom från tidigare erfarenheter med vissa tumregler och beprövade metoder som grund.

Vind kan på många sätt påverka oss människor negativt bl.a. då den har en kylande effekt, vilket begränsar viljan till utomhusvistelse. I bebyggelse kan vindhastigheter öka ytterligare på grund av förträngningar av luft som bildas mellan huskroppar och i trånga passager. Att vistas i stark vind kan för många upplevas som obehagligt och i vissa fall kan detta leda till livsfara. Runt hushörn kan kastvindar uppstå vilket kan leda till att cyklister och människor blåser omkull. Klimatet är viktigt för alla, därför är vindplanering något man bör eftersträva då detta kan bidra till en förlängd utomhussäsong vilket i sin tur kan leda till ökad utomhusvistelse. Vindskyddsplanteringar skyddar även byggnader mot kallluftströmmar vilket medför lägre energiförbrukning. Genom att utnyttja kunskapen om variationer i klimatet och hur det lokalt kan påverkas ger oss en god vägledning till att skapa en mer trivsamt utemiljö.

<b>Inledning</b> .....	1
Bakgrund .....	1
Mål och syfte .....	2
Frågeställningar .....	2
Metod och material.....	2
Avgränsning .....	2
<b>Vind</b> .....	3
Vindens inverkan på människan i nordiskt klimat .....	3
Vindens styrning i bebyggd miljö .....	4
<b>Vinddämpning</b> .....	7
För- resp. nackdelar med vindreducering.....	8
Vegetation som vinddämpande material .....	9
Strategier för att dämpa vind i bebyggd miljö.....	10
Lämpligt växtmaterial för vinddämpning .....	18
<b>Diskussion</b> .....	25
<b>Källförteckning</b> .....	27

# Inledning

## Bakgrund

I Sverige är vi relativt förskonade mot oväder som kan orsaka förödande katastrofer men under vissa perioder, vanligast från oktober till mars, kan även här förekomma kraftiga stormbyar och i vissa fall vindar upp till orkanstyrka (SMHI, 2016). Längs kusterna i Skåne är det sällan helt vindstilla och för invånare i kuststäderna kan detta upplevas som ett irritationsmoment i vardagen. Papper och damm som virvlar runt, hår och kläder som fladdrar och sand som yr upp ur sandlådorna. Att mötas av kastvindar bakom hushörn kan för funktionsnedsatta och svaga personer även ge allvarliga konsekvenser så som fallskador. (Glaumann & Westerberg, 1988)

Vi har båda erfarenheter av vind i vår boende- och närmiljö, och många i vår närhet har någon gång upplevt de negativa aspekterna av vind. Gator eller kvarter kan upplevas väldigt blåsiga trots att de ligger långt ifrån öppna åkrar och hav. En mysig vårrika i solen där inget håller sig på bordet eller en drink i kvällssolen som kräver en filt

*”Jag störs oerhört av att det blåser mycket i vår trädgård. Huset ligger på mark som sluttar omringat av åkrar. Trots att det finns många träd och häckar i trädgården är vinden ihärdig och som mest blåser det på husets södersida där man helst vill vistas. Att i vårt fall få en helt vindstilla trädgård förstår jag är en omöjlighet, men att få svar på hur man med växtlighet kan reducera vinden är något som jag skulle vilja få svar på med detta arbete.” / Hanna, Arrie, Vellinge kommun*

*”Jag bor relativt nära havet och får därmed acceptera viss vind. Däremot förundras jag varje gång jag går upp mot vårt lilla centrum i Rydebäck som ligger österut hur mycket det blåser där och hur jag ibland knappt kan stå upprätt när jag kommer runt vissa hushörn. De östra delarna av samhället Rydebäck har under de senaste åren vuxit och från att tidigare ha varit ett samhälle med villor, i maximalt två plan, finns nu flerfamiljshus på tre till åtta våningar byggda på tidigare åkermark. Vegetation äldre än 10 år existerar inte i de nyare delarna. Har den starka vinden och byggnationen ett samband? Mina tankar om vindens påverkan på min vardag har fått mig att vilja fördjupa mig och skriva detta arbete.” / Johanna, Rydebäck, Helsingborgs kommun*

## Mål och syfte

Syftet med detta arbete är att med hjälp av litteratur studera hur vind fungerar i bebyggd miljö och se på vilka tillämpade strategier som finns för att minska vinden i städer och samhällen. Vind som rör sig så nära marken att den har påtaglig inverkan på människors vardag är det som vi i detta arbete tyckt varit mest relevant att titta på. Målet är att detta examensarbete ska kunna användas som vägledning för de som planerar och projekterar för samhällsbyggande, men även för privatpersoner som besväras av vind i sina boendemiljöer.

## Frågeställningar

- Hur kan vinden reduceras med hjälp av växtlighet?
- Vilka strategier finns för att minska vind i bebyggd miljö med hjälp av vegetation?

## Metod och material

Vi har gjort en litteraturstudie för att få en förståelse för hur vindrörelser uppstår och hur den påverkas av olika hinder. Vi har tittat på hur olika metoder, främst nordiska, genom tiderna har tillämpats vad gäller vinddämpning såväl i odlingslandskap som i bebyggd miljö. Epsilon har varit till hjälp för att hitta studentarbeten som har berört ämnet, vilket i sin tur har hjälpt oss att hitta relevant litteratur. Vi har använt oss av SLU:s bibliotek där böcker, rapporter, faktablad och studentarbeten har varit användbara i vårt sökande.

## Avgränsning

Fokus har varit på hur vinden rör sig i bebyggd miljö, hur vegetation kan sänka vindhastighet och hur den skall utformas för att vara så effektiv som möjligt.

Nordiskt klimat är det vi fördjupat oss i och arbetat utifrån då det i andra delar av världen förhåller sig annorlunda gällande klimat och vind.

## Vind

Vind uppstår av luftens flöde i atmosfären. Områden med olika lufttryck gör att luften blir rörlig då den rör sig från områden med högtryck till områden med lågtryck. Ökad tryckskillnad medför kraftigare vind (SMHI, 2016). Både hastighet och riktning undersöks vid uppmätning av vindar. Vindriktning innebär i vilken riktning det blåser ifrån, vilket betyder att en nordvästlig vind kommer från nordväst för att vidare blåsa mot sydost. Vindens hastighet anges i meter per sekund (m/s) och kan även benämnas enligt Beauforts skala, som exempelvis måttlig eller frisk (SMHI, 2016). Hinder vid markytan, topografi och höjden över markytan är faktorer som påverkar vindens hastighet och riktning. Genom en internationell konvention finns det en metod att mäta vindens standardförhållande, där vinden mäts 10 m över marken på ett öppet fält. För att beskriva en plats allmänna vindförhållande bör man hitta en referenspunkt, som kan likställas med standardförhållandena. På den nivå människan vistas utomhus, 1-2 m över marken är vindhastigheten normalt cirka 75 % av hastigheten på 10 m över ett öppet fält. I bebyggelse kan hastigheterna minska till 25 % av standardförhållandena, men däremot är vinden betydligt mer turbulent än den fria vind som blåser 10 m över markytan (Glaumann & Westerberg, 1988).

Passerande lågtryck och högtryck gör att vinden vrider och medför att vindriktningen förändras. Den vanligaste vindriktningen i Sverige är dock oftast mellan syd och väst. Oftast blåser det mer på dagen än på natten och speciellt under molnfria dagar. Detta beror på solens uppvärmning av markytan, som i sin tur värmer upp de lägsta luftlagren. Varm luft är lättare än kall luft vilket gör luften mer lättrorlig. Detta leder till att luften vid marken stiger och vindhastigheten ökar. Under nattetid avkyls markytan och även de lägre luftlagren vilket bidrar till ökad stabilitet och lägre vindhastighet. Under sommarhalvåret är detta tydligt då vinden ofta avtar framåt kvällen. Under vinterhalvåret då solinstrålningen är mindre är vindavtagandet framåt kvällen inte lika påtagligt. (SMHI, 2016)

### Vindens inverkan på människan i nordiskt klimat

När det blåser upplevs det svalare. Den avkylande effekten som vinden ger ökar snabbt med ökande vindhastighet. Vinden tar bort den uppvärmda och isolerande luften närmast kroppen. En vindhastighet på 10m/s vid +10 grader ger ungefär samma avkylande effekt på kroppen som 1m/s vid -10 grader. Då vindhastigheten ökar medför det en kraftigt ökad avkylningseffekt. När temperaturen är låg ökar behovet av skydd för vinden (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988). Under större delen av året är temperaturen i Sverige alltför låg för att det ska vara behagligt att vistas utomhus stillasittande. När temperaturen stiger över +11 grader i lä börjar folk sitta ute. Blåser det, krävs högre temperatur. Vinden gör att den period vi vill vistas utomhus begränsas ytterligare (Glaumann & Westerberg, 1988). Kroppens värmebalans regleras genom att vi rör på oss och med hjälp av kläder. Det passar dock inte alltid att klä på sig för att skydda sig då klädsel är årstids-och aktivitetsbunden (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988).

Att vistas i stark vind kan upplevas obehagligt på grund av vindens tryckkraft. En medelvindhastighet på 5 m/s är den gräns som ofta nämns då vinden börjar upplevas



besvärande. Cirka 50 % större kroppsansträngning krävs för att i rask takt gå mot vindar som blåser 10 m/s, jämfört med när det är vindstill. Att vistas i vindhastigheter av 15 m/s kan innebära att det är svårt att hålla balansen. Vid ännu större hastigheter är risken att träd och byggställningar faller och att gående och cyklister blåser omkull (Wirén et al. 2005; Glaumann & Westerberg, 1988).

Bebyggda områden kräver en annan typ av vindsydd än vad som krävs inom jordbruket där marksålhet och lä, så nära marken som möjligt och på så stor yta som är möjligt, är i fokus. I staden krävs en annan strategi då vindsydd av flera olika typer behövs. Behovet av lä är inte lika homogent som inom jordbruket. Det som vi vill undvika till största del i bebyggd miljö, är vindens avkylande effekt på människan och byggnader. Vindens hastighet omkring byggnader kan förstärkas och de lokala vindförhållandena visar på stor variation, se nästa avsnitt. I motsats till jordbruksmiljöer efterfrågas lä på olika avstånd från vindsyddet och på olika höjd över marken. Ytor där människor är mer i rörelse kräver inte lika mycket vindsydd som till exempel sittplatser och sandlådor, där effektivare vindsydd är att föredra. Olämplig placering av byggnader och höga hus samt öppna och utsatta lägen leder till att vindförhållandena minskar lusten för utomhusvistelse (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988).

## Vindens styrning i bebyggd miljö

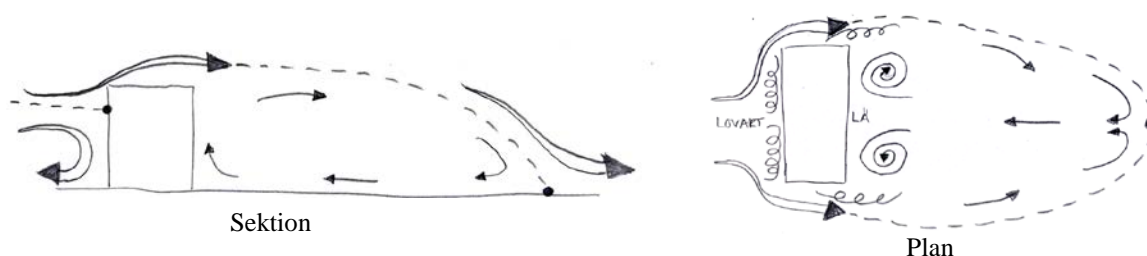
Den fria vind som blåser uppe i atmosfären är opåverkad av markytans ojämnheter. Däremot på lägre nivå och nere vid markytan ter sig vinden annorlunda. Marken har olika råhet och skrovlighet som i olika grad bromsar upp vinden. En jämn och slät yta, som exempelvis öppna hav har minst friktion, därefter kommer gräsbevuxen mark och öppna fält. Träd, buskar och byggnader utgör däremot skrovliga ytor som bromsar upp vinden (Wirén et al. 2005). Markråhet är ett mått på hur ojämn eller skrovlig en yta är. Markråheten har stor betydelse när det kommer till vindhastigheten närmast marken. Ytans ojämnheter påverkar både hur mycket lä en planterad ridå ger samt vindens hastighet på lovartsidan/vindsidan (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988). Görs en generell jämförelse av öppen omgivning och ett bebyggt område är vindhastigheten lägre i det bebyggda området. En grov tumregel säger att vindhastigheten i staden halveras jämfört med det öppna landskapet, detta med stora variationer beroende på hur bebyggelsen ser ut. Ungefär på samma sätt dubblas vinden i hastighet över hustaken i förhållande till den fria vinden. Vinden tvingas upp över staden, fångas upp och tvingas ner mot marken av höga fastigheter. I hushörn och trånga passager kan vindhastigheten fyrdubblas i jämförelse med hastigheten vinden håller i övrigt kring gator (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988).

Bebyggelsen styr vinden och kan bilda kraftiga strömmar mellan huskropparna. En byggnad utgör i sig ett massivt vindsydd men gör också att det blir betydligt mer vind kring byggnadens knutar. Höga huskroppar gör problemen värre och beroende på omkringliggande byggnader kan effekten förstärkas ytterligare (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988). Kraftiga förstärkningar av vinden kring gator och högre bebyggelse som är framdragna i vindriktningen gör att vindtunnlar uppstår (Gustavsson & Ingelög, 1994).



Vinden vid marken förändras ständigt i riktning och hastighet på grund av den virvelbildning som uppkommer av friktion mot markytan. Vindens hastighet kan under loppet av någon sekund öka eller minska med flera m/s. Dessa variationer av vindens hastighet uppträder slumpmässigt, däremot är det vanligt att hastighetstoppar uppkommer med några minuters mellanrum. De genomsnittliga virvlarnas storlek är avgörande för hur ofta dessa hastighetstoppar skall återkomma. Topparna kommer oftare då antalet mindre virvlar ökar, exempelvis nära hinder där vinden blir mer orolig (Glaumann & Nord, 1993).

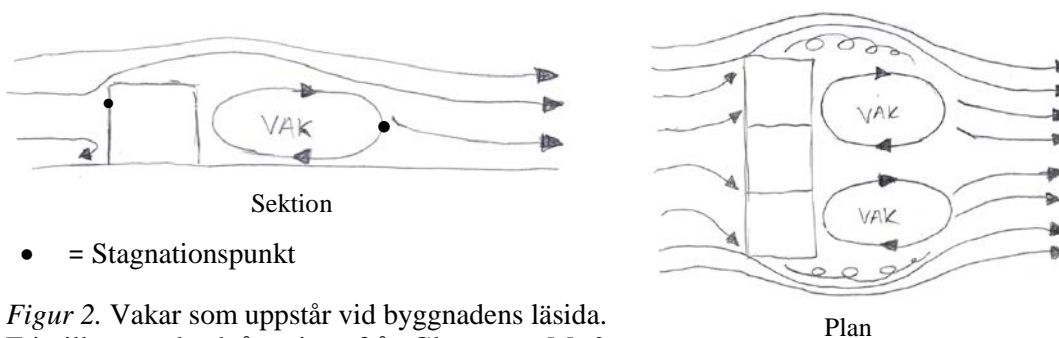
När vinden blåser mot en byggnad uppstår en delning av luftströmmen vid lovartfasaden, en viss del leds upp över byggnaden medan resten leds ner mot marken och runt hörnen. Starkare vindar som uppstår vid höga höjder leds således ner till marknivå vid hög bebyggelse. När vinden passerar över byggnadens tak bildas virvlar vid takfoten som sveper in över taket. Den tryckfördelning som uppstår medför en återströmning i bakkant av takytan. Området med återcirkulation har en mer intensiv turbulens än området ovanför som har en stadigare strömning, se figur 1. (Glaumann & Nord, 1993).



Figur 1. Vindens luftrörelser kring en byggnad. Fritt illustrerad och återgiven från Glaumann, M. & Nord, M (1993).

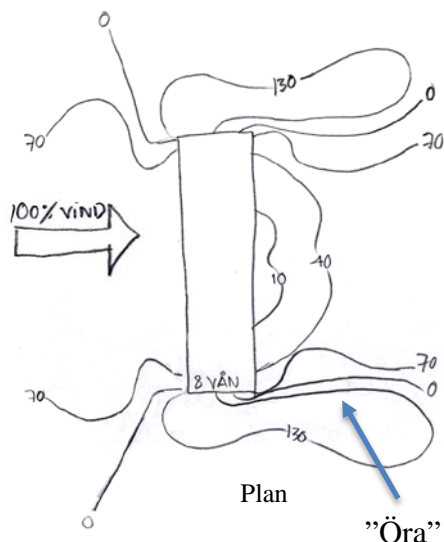
På husets läsida bildas en så kallad vak, ett slutet läområde med återcirkulation från den bakre delningspunkten (stagnationspunkten), se figur 2. Ju smalare byggnaden är i förhållande till höjden desto närmre belägen stagnationspunkt (Glaumann & Nord 1993).

Vid husets hörn bildas virvlar med vertikal axel och strax utanför lovartshörnen blir vindhastigheten som störst. Denna överhastighet har ett rörelsemönster av ett öra. En lägre hushöjd genererar mindre "öron" se figur 3 (Glaumann & Nord, 1993). För att förhindra dessa överhastigheter bör man sträva efter att lyfta eller bromsa vinden innan den når huset. Att placera skärmar eller träd i områden där förträngningar kan uppstå förvärrar situationen eftersom det orsakar ytterligare förträngningar med högre vindhastigheter (Wirén et al. 2005).



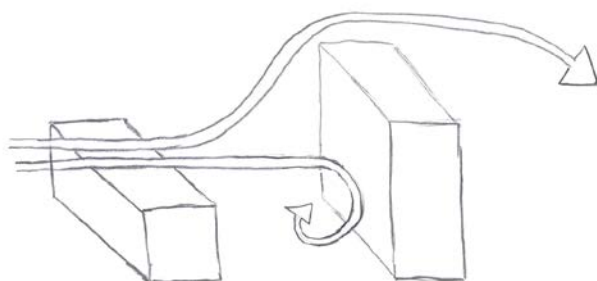
• = Stagnationspunkt

Figur 2. Vakor som uppstår vid byggnadens läsida. Fritt illustrerad och återgiven från Glaumann, M. & Westerberg, U. (1988)

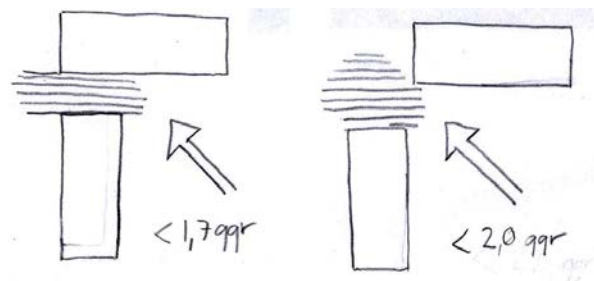


Figur 3. Typiska vindhastigheter kring en 8-våningsbyggnad. Värden angivna i procent. Fritt illustrerad och återgiven från Glaumann, M. & Nord, M. (1993).

En lägre placerad byggnad framför en högre kan medföra att kraftiga lovartsvirvlar bildas. Dessa virvlar uppstår då nedåtströmmande luft längs den höga byggnadens lovartsida möts med undertrycket i lä av den lägre byggnaden. Detta gör att det även blir blåsig framför huset, se figur 4. När byggnader placeras hörn mot hörn intill varandra kan även överhastigheter uppstå. Ju trängre passager och ju högre byggnader desto starkare vindhastigheter. Om byggnaderna istället är placerade omlott minskar hastigheten, se figur 5 (Glaumann & Nord, 1993).



Figur 4. Vindförstärkning med ett lägre hus framför ett högre skivhus. Fritt illustrerad och återgiven från Glaumann, M. & Nord, M. (1993).



Figur 5. Vindförstärkning i trånga passager mellan byggnader. Fritt illustrerad och återgiven från Glaumann, M. & Nord, M. (1993).

Den storskaliga vindströmningen över Skandinavien har i genomsnitt en riktning från sydväst-väst under ett år. Dock gör de lågtryck som ständigt passerar över landet, att vinden växlar både i riktning och styrka. På grund av växlande vindriktningar är det därför oftast viktigast att planera efter åt vilket håll bebyggelsen ligger öppen för vind än efter vanligast förekommande vindriktningar. Ett hus byggt i vinkel får vid flera vindriktningar mer lä i jämförelse med en rektangulär byggnad där sned anblåsning ger liten läbildning (Glaumann & Nord, 1993).

## Vinddämpning

### *Beprövade metoder i det skånska landskapet*

I boken *Det skånska kulturlandskapet* beskriver Emanuelsson et al. (2002) hur den skånska marken genom tiderna har brukats på olika vis. Sandjord har ibland använts som jordbruksmark, trots sin relativt låga förmåga att hålla vatten och näring. Bovete har varit sandjordens speciella gröda och trädesperioderna kan ha varat i upp till 30 år för att jorden skulle ha möjlighet att återhämta sig. Den ursprungliga vegetationstypen på sandområdena var troligen skog av ek (*Quercus spp.*) och björk (*Betula spp.*). På vissa platser även tall. När så odlingen skulle återupptas efter den långa trädan hade området blivit beklätt med skog. Alla träd fälldes inte utan enstaka ekar fick stå kvar i åkern i syfte att dämpa vind och binda jorden. På 1600- och 1700-talen ägde stora exploateringar av sandjordarna rum. Trädesperioderna kortades ner och marken hann inte återhämta sig mellan odlingsperioderna. Vegetationen som uppstod i trädan blev mer ensidig och buskar och träd som stabiliserade jorden högs bort. Detta ledde till slut till att många öppna ytor bildades där vinden kunde gripa tag i sanden och föra bort den. Följden blev omfattande jordflykt och stora arealer drabbades av översandning. Detta var ohållbart och istället sattes stora bestånd av tall in som hjälpande åtgärd. Även tidigare och senare i historien har liknande problem förekommit. (Emanuelsson et al. 2002)

Även idag är sandflykt orsakad av överodling ett problem. Vid stormar förs stora mängder jord bort från de områden som har sandjordar. Orsaken till problemen är att jorden har höga halter av sand och mo och att läplanteringar inte används. Resultatet blir att uppkomna grödor skadas av sandblästring och drivor av sand samlas vid till exempel staket och bildar dyner.

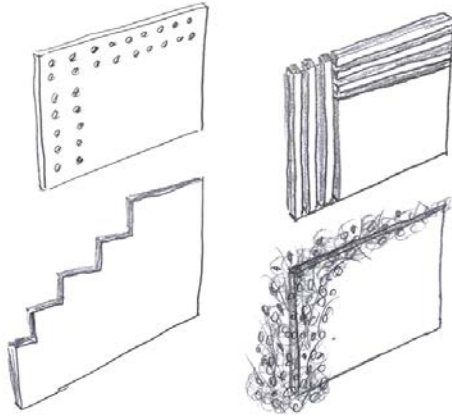
På 1800-talet orsakade sandflykt stora problem i Skåne och pilen började då användas. Arterna som planterades flitigast var vitpil (*Salix alba*) och korgvide (*Salix viminalis*). De användes längs vägar och utmed ägo- och skiftesgränser. Genom att plantera pil på områden där sandflykt var ett stort problem kunde djurfoder utvinnas genom hamling och sandflykten kunde minskas. (Emanuelsson et al. 2002)

### *Beprövade vinddämpande element*

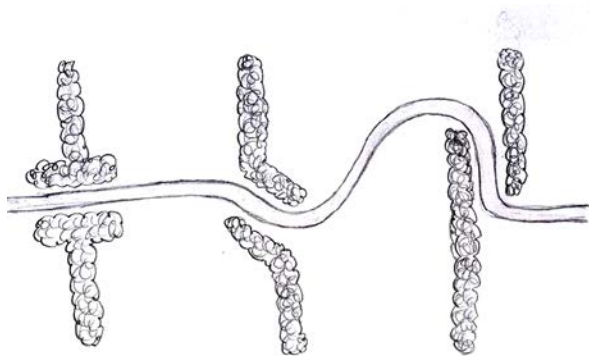
Redan på slutet av 1800-talet användes häckar för vinddämpning och främst då mellan ägo- och skiftesgränser. Tillämpning av vindskydd och läplanteringar började främst utvecklas inom jordbruket och under 1900-talets början tog man på allvar itu med problem som jordflykt inom jordbruket och då främst med häckar som vinddämpande element (Åvall, 1986; Glaumann & Nord, 1993). Även byggnader placerades förr på ett sådant vis att de kunde dämpa vindar, vilket man kan se på landets slättbygder där äldre bebyggelse består av kringbyggda gårdar (Wirén et al. 2005).

Vindskydd påverkar en rad faktorer i omgivningen så som temperatur, strålningsutbyte och luftfuktighet. (Glaumann & Westerberg, 1988) I fråga om att minska omgivningens vindhastighet är även reduktion av vindens turbulens önskvärd. Dock kan vindskydd vara olika effektiva i dessa avseenden, då täta skärmar i regel ger en större vindreduktion över en mindre yta medan turbulensen ökar bakom skärmen. Genomsläppliga skärmar ger en mindre vindreduktion över en större yta då tryckskillnaden mellan lovart- och läsida är lägre. Detta leder även till att virvelbildning och turbulens vid skärmens kanter blir mindre, se figur 6. Vid tillämpning av vinddämpande element bör alltid anblåsriktningen beaktas. Även om

vindriktningen i verkligheten växlar så har en skärm i form av en vinkel nästan alltid större läverkan än en rak skärm, se figur 7. (Glaumann & Westerberg, 1988)



*Figur 6.* Olika metoder att minska överhastigheter kring hörn och turbulens bakom täta vindskydd. Fritt illustrerad och återgiven från Glaumann, M. & Westerberg, U. (1988).



*Figur 7.* Häckar längs en gångväg med vinklade avslutningar reducerar vindhastigheten. Fritt illustrerad och återgiven från Glaumann, M. & Westerberg, U. (1988).

Plan

## För- resp. nackdelar med vindreducering

Vid reduktion av vindhastighet höjs värdet av utomhusvistelsen, luften känns varmare i lä även om lufttemperaturen är densamma. Vid lägre vindhastighet ändras också luftfuktighet, evaporation och markvattenförhållanden. Andra typer av obehag undviks också- sand, löv och hår som blåser i ansiktet, tidningssidor som fladdrar för att nämna några.

Även luftföroreningar i form av gas och stoft kan en läplantering skydda mot i viss mån. Vindskyddsplanteringar skyddar kallluftströmmar mot byggnader vilket medför lägre energiförbrukning. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

Vinderosion som kan uppstå av starka vindar orsakar skador på jord och gröda. Vinden för bort mullämnen och fint material ur jordens ytlager vilket leder till utarmad matjord med försämrade avkastningsförmåga. För att förhindra jordförstöring kan den enskilde odlaren

införa skyddsplanteringar samt bruka jorden varsamt genom att använda lämpligt växtmaterial (Åvall, 1986).

Funktionen av läplanteringar för snödrift och jordflykt är också av betydelse i bebyggd miljö. Beroende av planteringarnas bredd och densitet ansamlas snö vid planteringarna. Därför är det viktigt att tänka på placeringen av planteringen. Å andra sidan kan snödrivor bli en tillgång för barns lek. På samma sätt är placeringen runt sandlek viktig, sanden ska inte blåsa omkring. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988) Ur hänseende för trafiken bör noggrann planering göras rörande just snödrev och drivbildning för att undvika problem (Eliasson & Svensson, 1999).

Läplanteringar påverkar skugga och visuell avskärmning, dessa två parametrar kan ställa till det i bebyggd miljö då det finns krav på solbelysning och utsikt (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988). Samtidigt finns det omvänt områden med mycket svag vind där det nattetid finns risk för dagg och rimfrost, då luften inte har någon omblandning svalnar marken och luften snabbt. Under dagen kan dessa områden bli mycket varma av samma anledning (Eliasson & Svensson, 1999). Något som också ska tas i beaktning är att läplanteringen visuellt ska passa in i omgivande miljö (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988).

I staden där vissa gator är starkt trafikerade är luften mer förorenad. Vinden är då ett viktigt element för ventilationen. I allmänhet är dock ventilation av större utsläpp i staden en dålig lösning eftersom föroreningarna då sprids över ett större område. Istället bör man hantera problemet där det uppstår. (Glaumann & Westerberg, 1988)

## Vegetation som vinddämpande material

Närklimatet styrs till stor del av mark- och bostadsplaneringen. Hushöjder, material, marklutningar och vegetation är några av de viktigaste faktorerna när det gäller klimatpåverkan. Dessa faktorer kan medföra stora variationer i klimatet. I en och samma stad kan man finna flera klimatzoner när man jämför enskilda tomter och uteplatser. (Wirén et al. 2005) Vinden är en av de klimatafaktorer som lättast kan påverkas, eftersom den styrs av byggnadernas och växtlighetens placering och form. Vegetationen har stor betydelse i den förtätade staden då växtligheten påverkar bl.a. sol- och skuggförhållanden, luftfuktighet och vindhastighet. Under en varm sommardag kan temperaturen i en stadspark vara långt lägre än inne bland byggnaderna. (Wirén et al. 2005) Vinddämpning med hjälp av växtlighet ger inte bara skydd mot vind utan bär även med sig en rad positiva aspekter till vår utemiljö- läplanteringar kan användas till lek och rekreation, renar till viss del luften från föroreningar och har en bullerdämpande funktion. För optimal bullerdämpning bör växter med stora, breda, och hela blad användas då effekten av dessa är många gånger större än växter med små och flikiga blad. (Glaumann & Westerberg, 1988)

Argument för mer vinddämpande vegetation kan till exempel vara;

- Vindreduktion kan vara ett effektivt sätt att förbättra utemiljön och kanske samtidigt minska på energikostnader för ofrivilligt ventilerade byggnader (Schlyter & Bucht, 1976).
- Blåst orsakar olägenheter för människans uppehålle och trivsel. Lä bidrar med en behagligare utevistelse (Gustavsson & Ingelög, 1994).
- Bin flyger inte i kallt och blåsigt väder och vinden har således stor påverkan på pollineringen av blommor (Gustavsson & Ingelög, 1994).

## Strategier för att dämpa vind i bebyggd miljö

Genom att aktivt planera med hjälp av vindskydd kan en utemiljö även på mycket vindutsatta ytor förbättras. På mindre ytor kan olika typer av skydd användas. Närskydd har en höjd på 1,5-3 meter och skyddar då en sträcka på 5-15 meter från skyddet. De kan bestå av spaljéer och häckar. Görs de övre delarna av skyddet mer genomsläppliga kan övertrycket på lovartsidan och förstärkningarna av vinden runt kanterna minskas. (Eliasson & Svensson, 1999)

Den allmänna blåsten runt bebyggelse kan minskas med hjälp av ett så kallat fjärrskydd som placeras förhållandevis långt ifrån området som ska vindskyddas. Planteringen får inte vara för tät och inte heller för gles. Sätts en trädridå måste den kompletteras med ett buskskikt för att inte vindförhållandena i markplan ska försämrats. Ett plank eller annat vindskydd är bra i etableringsfasen. (Eliasson & Svensson, 1999)

Fjärrskydd sänker vindens hastighet och dess uttorkande inverkan. En femtio meter bred plantering av träd kan minska vindhastigheten med 25-30% bakom skyddet på en sträcka av 40-50 gånger planterings höjd. (Eliasson & Svensson, 1999)

### *Effekter av vinddämpande vegetation*

Vegetation är i de flesta fall ett bra vindskydd (Schlyter & Bucht, 1976). Används ett helt tätt vindskydd blir det omedelbara reduktionen av vind som störst, cirka 80 % sänkning av fri vindhastighet. Används vegetation är det maximalt 65 % sänkning då materialet släpper igenom 45-55 % av vinden. Nackdelen med täta vindskydd är att turbulens uppstår och den vindskyddande effekten avtar snabbare hos det helt täta vindskyddet än för mer genomsläppliga material. Vid avstånd på 10 gånger vindskyddets höjd har läverkan minskat med 20 % vid användning av ett tätt vindskydd. Effekten är dubbelt så stor för ett genomsläppligt vindskydd. För att minska vind på större ytor är det därför mest effektivt att använda genomsläppligt material, vegetation eller perforerat plank. (Schlyter & Bucht, 1976)

Mest effektivt blir det om man bygger upp ett system och samordnar planteringarna utifrån de mest förhärskande vindriktningarna. Planteringar kan lokalt vrida, lyfta och bromsa vind. Effektiviteten styrs av planterings utformning och dess placering i landskapet. (Gustavsson & Ingelög, 1994)

### *Läplanteringars uppbyggnad*

Hur en läplantering ska vara uppbyggd i stadsmiljö är svårt att formulera även om behovet kan vara uppenbart. Det krävs ofta flera olika typer av vindskydd. Schlyter & Bucht, (1976) menar att det i ett bostadsområde ofta finns behov av åtminstone tre olika typer av planteringar:

- Typ 1 ska vara lång och genomsläpplig- en avskärmande hög ridå som producerar en allmän vindreduktion.
- Typ 2 fokuserar på placering och ska minska vindens hastighet och bryta vindströmmar vid trånga passager och runt hushörn.
- Typ 3 är täta häckar som placeras vid speciella platser- entréer, sandlådor och sittbänkar. Ett tätt vindskydd eller ridå av vegetation ger väldigt bra lä, men ökar samtidigt risken för virvelbildning och ett kortare område med lä. Anpassning av ridåns höjd måste göras för att inte virvelbildning ska uppstå i det område som ska vindskyddas.

Direkt ovanför ett vindskydd kan vindhastigheten bli upp till 20 % högre än den fria vindhastigheten, något som ofta är fallet vid sittplatser. Det förekommer ofta ett staket eller buskage i ryggen på sittplatsen som slutar i höjd med ryggstödet. Detta medför att det precis i huvudhöjd kan komma att uppstå starka vindar. Blåser det 5 m/s blir det i huvudhöjd 6 m/s mot bara 2,5 m/s om skyddet nått över huvudhöjd. (Schlyter & Bucht, 1976)

### *Träd i gatumiljö*

När det gäller träd i gaturum är val av art och placering avgörande för vilka vindförhållanden man vill skapa för den utvalda platsen men man bör även beakta vilka andra behov och krav som finns. Dessa val kan handla om att välja lövträd eller barrträd. Exempelvis kan det vara betydelsefullt att använda träd som tappar sina blad på vintern om det finns önskemål att få in vintersol på området. (Kjellström, 2008)

För- och nackdelar med löv- respektive barrträd (Kjellström, 2008)

#### Lövträd

- Ger skugga under sommaren och under vintern möjlighet till sol under förutsättning att de tappar sina blad under vintertid
- Under vintertid ger de lövfällande arterna mindre vindreduktion
- Är mer motståndskraftiga mot föroreningar än barrträd
- Vid luftrening är uppbyggnad och bladstruktur viktiga aspekter. För effektiv stoftansamling krävs det att blad och skott är håriga, skrovliga eller klibbiga
- Många valmöjligheter i fråga om artval med varierad storlek och struktur



## Barrträd

- Är i regel mer känsliga för föroreningar än lövträd
- Bättre stoftansamlare än lövträd
- Lämpar sig bra som vinddämpande element året om
- Ger skugga även på vintern jämfört med lövträd
- Få arter lämpade för plantering i gatumiljöer

För att uppnå ett lugnt klimat i staden bör vind och buller reduceras. Vissa strategier finns där man exempelvis kan låta vegetationen sticka ut en bit utanför gaturummet. Detta kan begränsa vindar att tränga in från korsande gata och därmed hindra överhastigheter kring byggnadernas hörn. Även klättrväxter och paneler kan användas för att skapa ytterligare friktion och därmed dämpa vindens framfart längs byggnadernas väggar. (Kjellström, 2008) För att minska inflödet av luft i gaturummet bör träden vara högre än bebyggelsen, även gröna tak kan användas som komplettering till vegetationen (Gustavsson & Ingelög, 1994, Kjellström, 2008). En tät placering av träden kan även vara en lösning för att motverka virvelbildning, vilket kan uppstå i samband med vinkelrät anblåsning mot ett gaturum. Dock kan en tät placering av träd orsaka problem vid parallell anblåsning då förträngningar av luft under trädens kronor gör att kraftigare vindar uppstår. (Kjellström, 2008)

På gator där föroreningar av olika anledningar förekommer krävs att gaturummet är väl ventilerat. Detta kan underlättas genom att eventuell vegetation är placerad en bit in i gaturummet, på så sätt bildas större cirkulation av luft kring byggnadernas hörn. Trädens kronor får inte ta upp för stor del av gaturummet och de bör heller inte överstiga byggnadernas höjd. Istället kan val av mindre träd vara att rekommendera. Mindre träd har även förmågan att mer effektivt skingra förorenad luft vertikalt än stora träd eftersom de mindre träden inte delar av gaturummet i samma utsträckning. (Kjellström, 2008) Träden bör placeras från varandra med ett avstånd som gynnar luftens cirkulation, även tilltaget avstånd till byggnadernas väggar är att föredra. På platser där samlad mängd av föroreningar förväntas kan klättrväxter och gröna väggar vara till hjälp för stoftansamling. Gröna tak kan även tillämpas för att öka rening av förorenad luft. (Kjellström, 2008)

### *Faktorer som styr läeffekten*

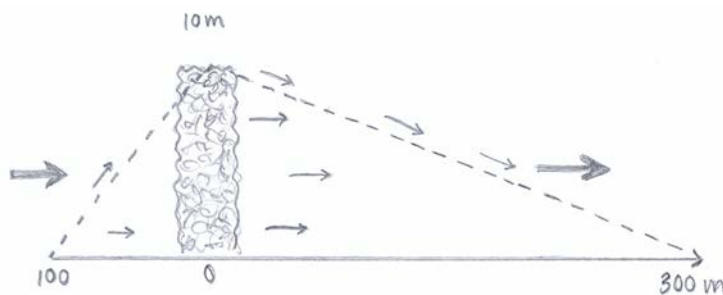
En av de största faktorerna som avgör läplanterings effektivitet är dess täthet och höjd (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988). Höjden avgör hur långt läområdet sträcker sig och ridåns täthet avgör graden av vindreduktion inom läområdet. Många olika förhållanden påverkar planterings förmåga att stoppa vind. De olika busk- och trädarternas egenskaper, deras samspel och relation till omgivande miljö är av stor betydelse men är svårt att mäta. Täthet i planteringar är speciellt svårt då det är ett material i ständig förändring, planteringsavstånd, planterings höjd och bredd hör till faktorer som är enklare att mäta och kontrollera. Uppbyggnaden av brynet är viktig eftersom det är där vind och vegetation möts. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

Vid upprepade läplanteringar i systematisk placering uppnås inte bara en lokal vindreduktion utan även en regional (Olesen 1979).

### Höjd

Höjden är avgörande för längden på läområdet. Den läeffekt som på en viss höjd påverkar den ostörda vinden brukar mätas i procent, medan vindhastigheten som förändras med avståndet från hindret anges i hinderhöjder (H). (Wirén et al. 2005) En genomsläpplig vegetationsridå kan man förenklat säga påverkar vindhastigheten från 5H på lovartsidan till 20-30H på läsidan, se figur 8. Hur långt läområdet blir påverkas förutom höjd och genomsläpplighet också av bredden, brynets utformning, markråhet och krontakets form. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

Tas det endast hänsyn till läverkan spelar det ingen större roll om planteringarna är höga och planteras på längre avstånd från varandra eller om det planteras lägre vegetation i tätare rader. För att underlätta skötsel och för att kunna använda marken på ett effektivt sätt är det vanligast att höga planteringar på längre avstånd används. (Olesen, 1979)



Figur 8. Häckens höjd avgör läets utsträckning. Fritt illustrerad och återgiven från Gustavsson, R. & Ingelög, T. (1994)

### Täthet

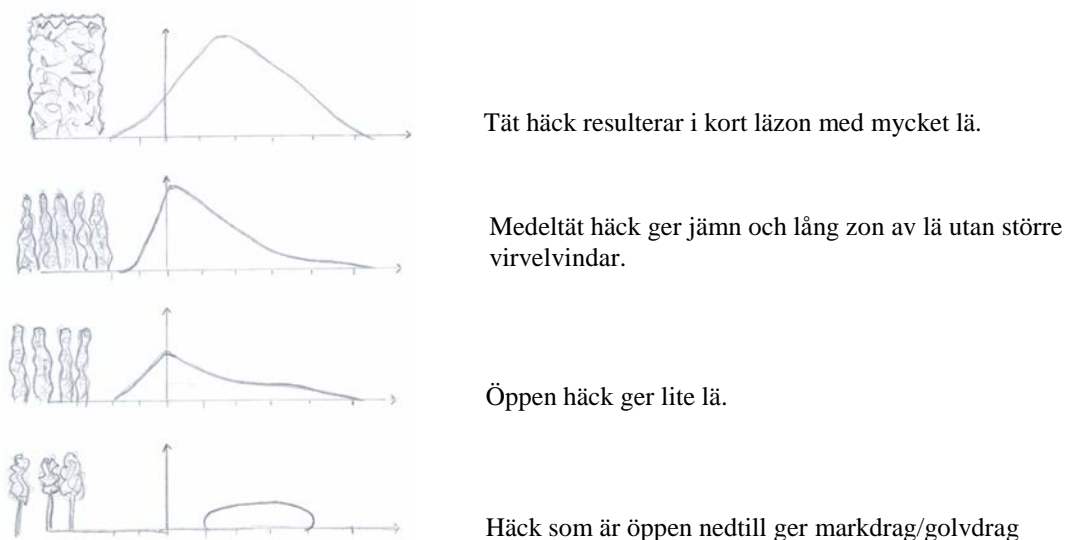
Tätheten i vegetationen är det som är avgörande för hur stor vindreduktionen är på läsidan samt hur fördelningen av läet ter sig, se figur 9. Ju tätare vegetationsridå desto mer lä nära planteringen men också högre turbulens och därmed kortare läområde. Ett glesare vindskydd ger mindre men jämnare lä över en sträcka som är längre. (Olesen 1979) På Jylland rekommenderas planteringar med omkring 40 % genomsläpplighet för att minska jordflykt och få ett långt jämnt lä. Vid genomsläpplighet under 35 % ökar risken för turbulens och genomsläpplighet på mer än 65 % gör att vindskyddet mister sin effekt. (Olesen 1979) En enkel tumregel kan vara att marken ska synas genom vegetationsridån men det ska inte gå att urskilja vilken gröda det är (Wirén et al. 2005).

Tätheten är mycket svår att mäta i läplanteringar (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988). Vid fullskaliga vindmätningar har hålprocenten uppskattats genom analys av vindprofiler framför och bakom vindskyddet. Genom att jämföra vindhastighetens fördelning bakom vindskydd med känd hålprocent har en ungefärlig hålprocent av läplanteringarna kunnat uppskattas. Dock är inte denna metod helt tillfredställande då kunskapen om hur vinden beter sig då den silas genom hål med olika storlek och form inte är tillräcklig. I verkligheten samverkar bredden, höjden, krontakets struktur och planteringsprofil mot vinden. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

I Japan har omfattande studier gjorts på vegetationsridåer med olika arter där det framgått att stamdiametern har större betydelse för vindreduktion än vad avståndet mellan olika trädindivider har. I ett fall minskade vindhastigheten med 10 % av en plantering med enkelradiga trädstammar. För varje 10 cm ökning av trädstammens diameter minskade vindhastigheten med 3-5 % då med bibehållet avstånd mellan stammarna. (Iizuka 1956 refererad i Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

Planteringar som är breda behöver inte ha tät vegetation nertill i hela planteringen. Tätheten behövs i brynet, i någon längsgående rad eller längre in i beståndet. Det kan även finnas fördelar med att ha större genomsläpplighet på lovartsidan för att lura in vinden i vegetationen istället för att smita över och ge upphov till turbulens. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

Att uppnå önskad täthet och genom åren bibehållen uppbyggnad av en läplantering krävs strategiska skötselåtgärder. En plantering som slutit sig regleras med hjälp av återkommande gallringar. I en läplantering med ljusträd och skuggträd är det ljusträden som i regel växer snabbast och bidrar till vindskydd på relativt kort tid. Trots det skydd som ljusträden ger krävs under uppväxttiden en successiv gallring av dessa för att ge möjlighet för de långsamväxande skuggträden att växa till sig. (Wirén et al. 2005)



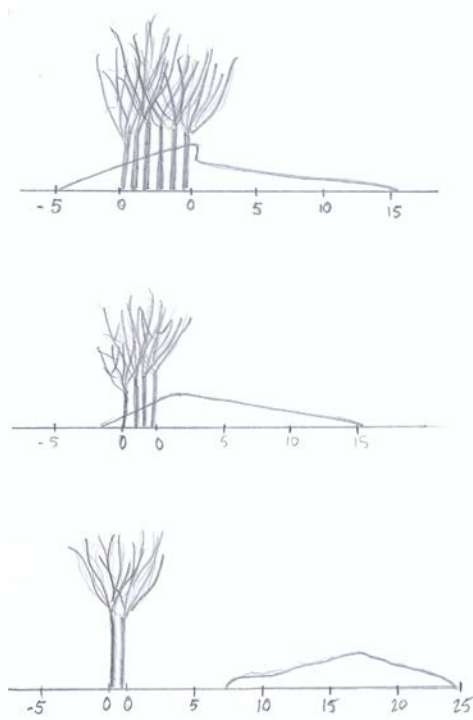
Figur 9. Olika häckars täthet. Fritt illustrerad och återgiven från Gustavsson, R. & Ingelög, T. (1994)

### Bredd

Av många forskare anses bredden på läplanteringen inte ha någon direkt inverkan på läeffekten. Däremot påverkar planterings bredd täthet, livslängd och höjdtillväxt vilket i sin tur påverkar effekten av lä. Om vindskyddet är väldigt tätt det vill säga en genomsläpplighet, som är under 20 % har förhållandet mellan bredd och höjd en stor effekt på utbredningen av läområdet och graden av lä i olika delar av läområdet. Breda bälten av vegetation har en tendens att leda vinden

parallellt med krontaket och detta resulterar i turbulens nära planteringen. Hur bredden inverkar på mer genomsläppliga ridåer är inte utrett. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

Av ridåer på 20 meter visar studier att gott närlä uppstår där planteringen har en tät underväxt samtidigt som ett långsträckt lä uppstår genom att luckiga och ojämna krontak har bildats. Ett ojämnt krontak minskar vindhastigheten mer effektivt än ett jämnt. Finns luckor i krontaket ger det även större möjligheter till att kunna bibehålla tätt lövverk nedtill. (Gustavsson & Ingelög, 1994) Bredden har stor betydelse då det kommer till drivbildning av snö och sand på både lovart- och läsidan. Det kan vara en fördel att göra planteringen så bred och gles som möjligt nedtill att upplagringen sker inuti ridån. Vid dessa typer av planteringar bör växtmaterial användas som tål sandupplagring längs stammarna och snöupplagring långt in på våren, se figur 10. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)



Figur 10. Drivbildning kring olika breda planteringar. Fritt illustrerad och återgiven från Glaumann, M. & Westerberg, U. (1988)

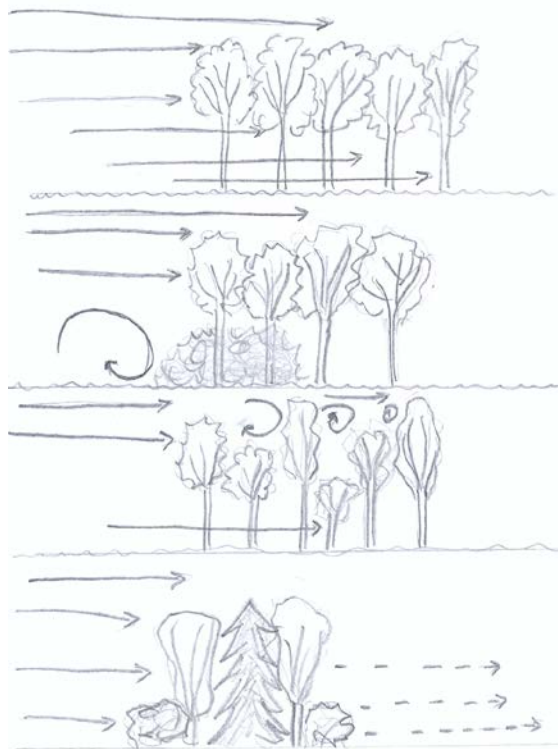
### Längd

Längden på vegetationsridån har betydelse för läeffekten eftersom det i kortändarna bildas virvlar, som påverkar läsidan av ridån. Ju längre ridå desto mindre virvlar. Turbulens vid kortändarna kan motverkas genom att ridån görs glesare i ändarna än i mittpartiet. Då turbulensen blir mindre vid vindskydd med lägre höjd kan ändarna vid ridån kortas ned för att motverka sidovirvlar. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

Planteringar som är korta ger förhållandevis mindre lä än planteringar som är längre. Ju längre en plantering är desto mer konstant lä uppnås. Området blir vindskyddat även om vinden ändrar riktning och ökar i förhållande till planteringsens längd. (Olesen 1979)

### Profil

Artsammansättning, kontur och porositet i en läplantering inverkar både på vindhastighet och vindflöde. En läplantering med ett dominerande krontak ger vinden möjlighet att fritt ta sig fram både ovanför och under kronorna. En vegetationsridå med ett relativt tätt fältskikt i brynets början ger direkt lä bakom skyddet men, orsakar samtidigt turbulens framför brynet. En vegetationsskärm med trädkronor som skapar en ojämn profil, har förmågan att effektivt sänka vindhastigheterna även om viss turbulens kan uppstå uppe i trädkronorna. Dessa turbulenseffekter kan reduceras om kronornas kontur inte är alltför tvär utan följer vindens dynamiska profil. För optimal vindreducering är det lämpligt att blanda både löv- och barrträd i planteringen då det även bidrar till minskad vind under vintern, se figur 11. (Sjöman & Slagstedt, 2015)



Plantering med dominerande krontak ger vinden fri framfart både ovanför och under trädens kronor.

En vegetationsridå med kompakt fältskikt i brynets början ger effektivt lä direkt bakom skyddet men bidrar till turbulens framför brynet.

Trädkronor som gemensamt skapar en ojämn profil sänker vindhastigheter effektivt trots att mindre vindbyar uppe i kronorna kan uppstå.

En plantering av både barr och lövträd är optimalt för att reducera vindens hastighet även under vintertid. En aerodynamiskt uppbyggd profil som inte är alltför tvär hjälper till att förhindra turbulens i kronorna.

Figur 11. Vindens väg vid olika utformning av kantzonen samt krontakets jämnhet. Fritt illustrerad och återgiven från Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2015)

I bebyggd miljö är det extra viktigt att den som ska sköta och utforma läplanteringar har förmågan att kunna bedöma tätheten i vegetationen. Vindskydd i bebyggelsen har olika behov av täthet. Det kan också finnas behov av att olika täthetsgrader kombineras. (Kristersson,

Lindholm & Nilsson, 1988) Tätheten i konstruktioner som exempelvis plank är enkel att mäta och bestämma. Det kan styras av perforering samt förhållande mellan öppna och stängda partier. Det är inte lika enkelt med ett levande material då kombinationen av stammar, grenar, kvistar och blad bildar ett oregelbundet mönster med olika storlekar på hålrum. Vinden sätter strukturen i rörelse vilket ger en ständig förändring. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988) Förr användes alléer och enradiga planteringar som vindskydd för åkermark. Vinddämpande element av dessa slag är mindre lämpliga i bebyggda miljöer eftersom vinden ofta förstärks under trädens krona och en bit nedanför. För att reducera vind i marknivå bör smala planteringar med en höjd upp till 10 m ha en jämn täthet med en kraftig buskvegetation i det nedre skiktet. Tätheten kan vara mer varierad i en bredare plantering men brynen bör hållas relativt täta där den möter öppen yta. (Glaumann & Nord, 1993)

### *Samlat läområde*

Lekplatser, entréer och sittplatser är exempel på platser där så lite vind som möjligt är önskvärt (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988). Vindskydd för så kallat närlä ska ha en hög täthet för att ge god vindskyddande effekt. Den maximala vindreduktionen finns nära vindskyddet. Planteringens artsammansättning, skötsel, ålder och förhållanden på växtplatsen påverkar tätheten. Den lövfällande vegetationen påverkas självklart även av årstiden. Höjden på vindskyddet har betydelse för på vilken höjd den bästa lägivande effekten finns och hur långsträckt läet är. Skillnader i vindhastighet på olika höjd över marken är större i täta vindskydd än i glesa. Ovanför vindskyddet blir vinden starkare. För att optimera närläet ska vindskyddet vara minst på samma höjd och gärna det dubbla av det som ska vindskyddas. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

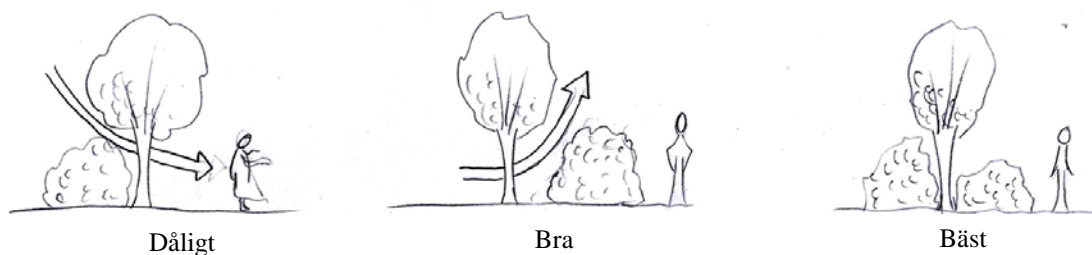
### *Stort läområde*

För att minska vinden på ett större område såsom i en park eller runt en husgrupp finns olika principer. En princip är hämtad från jordbrukssamhället och används i bostadsområden för att möta vinden i övergången från omgivande mark till bebyggelse. På åkermark är planteringen smal och stort fokus ligger på marksnålhet, men i bostadsområdet kan den ha varierande bredd. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988) Hur utbrett läområdet blir avgörs av höjden på planteringen. En 10 m hög läplantering kan ge ett läområde med närmare 50 % vindreduktion på cirka 100-150m. Ska större områden skyddas krävs det upprepade planteringar. Inom jordbruket används system av parallella planteringar där även avståndet mellan planteringarna bestämmer vilken effekt de ska få. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988) Liknande principer kan användas i staden där gatorna är uppbyggda i rutnätsmönster, där gatornas orientering har stor inverkan på vindens hastighet. Är gatorna sträckta i vindens riktning, långa, raka och breda medför det höga vindhastigheter. Slingrande och smala gator bromsar däremot vinden. (Sjöman & Slagstedt, 2015)

Nästa princip använder skogen som förebild. Låg bebyggelse i skogsområden har allmänt ett väldigt gott vindskydd, även där skogen är gles. Om byggnaderna överstiger trädhöjden uppstår det däremot allvarliga problem med vinden. Med vilken hastighet vinden bromsas då den kommer från öppen mark och in i skogen är varierande- skogens täthet och brynets utformning är avgörande. Vid en studie som gjordes i en 600 m bred tallskog minskades vindhastigheten

snabbt till konstant låg vind på cirka 10-14% av vinden utanför skogen. (Nägeli 1954 refererad i Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

Den sista principen bygger mer på en beskrivning av hur växter används i bostadsområden och parker än en princip. Vinden påverkas av allt som kommer i dess väg, även glest planterade träd antas minska vindens hastighet. Hur kan då spridda planteringar i ett bostadsområde påverka vindförhållandena? Vid en studie i en betesmark i Schweiz visades att spridda grupper av träd kunde hjälpa djuren med skydd. Träden bestod mestadels av gran. Mätningarna gjordes längs en linje över betesmarken. Vindhastigheten sänktes markant i detta landskapsutsnitt, i genomsnitt mellan 50-60 % av den opåverkade vinden. (Nägeli 1954 refererad i Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)



Figur 12. Exempel på hur olika typer av hinder påverkar ett läområde. Fritt illustrerad och återgiven från Glaumann, M. & Westerberg, U. (1988).

## Lämpligt växtmaterial för vinddämpning

I Danmark har man under årens lopp provat olika strategier för utformning av läplanteringar, därför anses danskarna vara pionjärer när det kommer till läplanteringar. Detta på grund av deras blåsiga klimat och platta landskap, men också med anledning av deras omfattande odling och specifika jordmån. (Olesen 1979) En av dessa är enkelradiga planteringar. Här använder man en trädart med särskilt bra egenskaper för ändamålet. Ett träd som har rätt växtform och rätt lägivande egenskaper. Det är viktigt att trädet mår bra och utvecklas på önskvärt sätt, trots dess utsatta läge i blåsten. Hagtorn (*Crataegus spp.*), gran (*Picea spp.*) och rönn (*Sorbus spp.*) är exempel på vegetation som, med rätt typ av beskärning och övrig skötsel, kan fungera både effektivt och ekonomiskt. Däremot ger rena bestånd av pil (*Salix spp.*) och poppel (*Populus spp.*) tunna och öppna läplanteringar. Att arbeta med en enkelrad kan vara bra då det inte kräver så mycket utrymme. Marken kan då nyttjas till större del på annat vis. I ett större perspektiv behöver man dock även ta hänsyn till varaktighet och skötselkostnader. Det finns också risker med en monokultur, då den blir mycket känslig för felbedömda förhållanden och för sjukdomsangrepp. (Olesen 1979)

Effektiva vindskydd kräver vindtåligt material. När det gäller växter som vindskydd varierar vindtåligheten hos många arter vilket beror på växtens ursprung. I vindutsatta miljöer bör tåliga



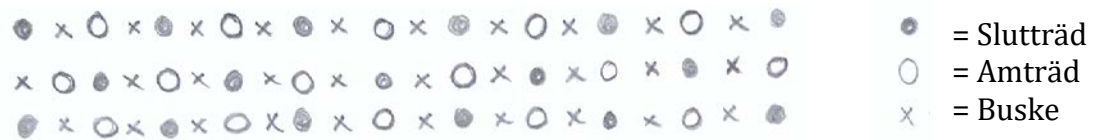
arter av lokalt ursprung användas. (Glaumann & Westerberg, 1988) Vegetation som växer vilt längs kusterna är en bra vägledning, exempelvis oxel (*Sorbus intermedia*), naverlönn (*Acer campestre*), vresros (*Rosa rugosa*) och hagtorn (*Crataegus spp.*) (Glaumann & Nord, 1993). För att med dessa arter skapa ett effektivt vindskydd i marknivå krävs kontinuerlig beskärning. Fruktträd däremot lämpar sig inte som inslag i läplanteringar då de kräver mycket ljus (Glaumann & Westerberg, 1988).

Lövträd är i regel mer tåliga mot luftföroreningar än barrträd samtidigt som de mer effektivt samlar upp luftburna partiklar. Det ligger därför ett värde i att använda busk- och trädarter som behåller löven på vintern, såväl vissna som vinter- och städsegröna arter. (Glaumann & Westerberg, 1988) I lövskogar kan vindhastigheten fördubblas efter lövfällning därför är det även ur vindhastighetssynpunkt en god idé att välja växter som behåller sina löv under vintern (Glaumann & Nord, 1993). Barrträd i allmänhet men speciellt vitgran (*Picea glauca*) och sitkagran (*Picea sitchensis*) är vindtåliga och trivs ofta längs kusterna där lövträden har det lite tuffare även om de planteras i flera rader. Granarna är ofta tåliga under etableringen och störs inte av ogräs. Granarnas svaghet är att de växer långsamt, får problem med rotticka och att de med åren mister sina läggande egenskaper. Används barrträd så är en nyplantering nödvändig efter en tid. (Olesen 1979)

Det som gett mest genomslag och därmed används mest är numera planteringar med blandade bestånd av träd och buskar som kan anpassas till lokala markförhållanden. De planteras i tre rader med ett avstånd av 1,25 - 1,50 meter. (Olesen 1979) I mycket vindutsatta områden är det svårt för lövträden att växa på höjden. För att underlätta tillväxten används flera rader för att de ska kunna ge varandra lä. Beskärs en treraders plantering var tredje till vart femte år tar den inte mer plats än en enkelradig barrträdsplantering. Den snabba tillväxten och höjden kompenserar den lite större arealanvändningen den första tiden. (Olesen 1979)

En blandad plantering byggs upp av tre olika element som ger stöd för varandra, se figur 13 (Olesen 1979).

1. Så kallade slutträd- långlivade och högväxande. De utgör grundelementet i planteringen. Gärna ek (*Quercus spp.*) och lönn (*Acer spp.*) etc. (Olesen 1979).
2. Snabbväxande amträd påskyndar slutträdens tillväxt och ger en bra grund för att planteringen redan efter 4-5 år ska fungera som läplantering. Att tänka på är att amträden vid avverkning inte ska göra för stora hål i planteringen och bör placeras på ett sätt så detta undviks (Olesen 1979). Exempel på lämpliga arter är gråal (*Alnus incana*), klibbal (*Alnus glutinosa*), pil (*Salix spp.*) och poppel (*Populus spp.*) (Glaumann & Westerberg, 1988).
3. Skuggtåliga buskar och buskträd som täcker jorden och skuggar ut ogräs samt skyddar trädens stammar. De ger ett bra vindskydd närmast marken. Genom att blanda och variera planteringarna blir omgivningen vackrare och planteringarna blir mindre sårbara för skadedjur och sjukdomar. (Olesen, 1979)



Figur 13. Treradig läplantering med blandade arter. Fritt illustrerad och återgiven från Olesen, F (1979).

I planteringar där amträd och slutträd står omlott bör amträden tas bort eller beskåras kraftigt efter några växtsäsonger så att de inte hämmar slutträdens utveckling. Vid flerradersplanteringar är inte tätheten i fokus utan det är att skydda slutträden och den mer slutgiltiga planteringen. Även om amträden tas bort är det ibland motiverat att ta bort vissa slutträd för att den övriga vegetationen ska trivas och för att försäkra sig om att tillräckligt med vind släpps igenom planteringen. (Olesen 1979)

Olika arters lämplighet i vindskyddsplantering beror mycket på växtsätt och växtens uppbyggnad. Då det ofta finns önskemål om att planteringen ska vara tät nära marknivå måste en art som förgrenar sig nerifrån marken användas i en enkelradsplantering för att undvika luckor. Används uppstammade träd måste dessa kompletteras med ett buskskikt nedtill. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

Självklart har växtplatsen också stor betydelse för utveckling och växtsätt även när vegetation ska användas som vindskydd. Då vinden medför stora påfrestningar på växterna är ”rätt art på rätt plats regeln” viktig att ha med sig. Tillräcklig vattentillgång är en förutsättning för att planteringen ska vara hållfast. Yttre påverkan måste finnas med i tankarna när arter väljs. Genom artkombinationer kan skaderisker minskas och genom att använda tillräcklig bredd på planteringen kan en försäkring om vindskydd uppnås även om några individer inte skulle klara sig. (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988)

#### *Träd i läplanteringar*

Sjöman och Slagstedt (2015) beskriver i sin bok *Träd i urbana landskap* på vilket sätt vinden påverkar trädens utveckling och vikten av att välja rätt växtmaterial för att få en lyckad läplantering. En läplantering bör innehålla träd som är toleranta mot vind och som även mekaniskt kan hantera vindens energi. I vindutsatta miljöer har många träd förmågan att utveckla en utdragen krona vid läsidan av stammen en så kallad flaggkrona. Detta beror på att knoppar och skott skadas på lovartsidan av vinden och de partiklar som färdas med vinden. Samtidigt utvecklas knoppar och skott normalt på läsidan av stammen vilket ger trädet en säregen flagglik kronform. Vindkänsliga träd utvecklas sällan optimalt utan förblir låga och grova i sitt växtsätt. För att lyckas med en läplantering är det därför viktigt att använda vindtåliga träd, som kan bibehålla ett för arten normalt växtsätt även i en vindutsatt miljö. Salta vindar är ytterligare en stressfaktor som ofta förekommer i havsnära miljöer. Därför är det viktigt att även beakta vilka arter som har förmågan att hantera havsvind, se tabell 1.

Tabell 1. Exempel på vindtåliga träd och buskar där vissa av arterna även tolererar havsvind. (En sammanställning baserad på Sjöman. & Slagstedt, 2015)

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Kommentar
<i>Acer campestre</i>	Naverlönn	Tolererar havsvind
<i>Acer platanoides</i>	Skogslönn	Tolererar havsvind
<i>Acer Pseudoplatanus</i>	Sykomorlönn	Tolererar havsvind
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Hästkastanj	
<i>Alnus cordata</i>	Italiensk al	Tolererar havsvind
<i>Alnus incana</i>	Gråal	
<i>Alnus x spaethii</i>	Berliner al	
<i>Betula pendula</i>	Vårtbjörk	Tolererar havsvind
<i>Betula pubescens</i>	Glasbjörk	
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Smalbladig silverbuske	Tolererar havsvind
<i>Carpinus betulus</i>	Avenbok	Tolererar havsvind
<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn	
<i>Cornus mas</i>	Körbärskornell	
<i>Fagus sylvatica</i>	Bok	
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask	Tolererar havsvind
<i>Juglans regia</i>	Valnöt	
<i>Larix x marschlinsii</i>	Hybridlärk	
<i>Picea glauca</i>	Vitgran	Tolererar havsvind
<i>Picea sitchensis</i>	Sitkagran	Tolererar havsvind
<i>Pinus cembra</i>	Cembratall	
<i>Pinus nigra</i>	Svarttall	Tolererar havsvind
<i>Pinus sylvestris</i>	Tall	Tolererar havsvind
<i>Populus nigra</i>	Svartpoppel	
<i>Populus alba</i>	Silverpoppel	
<i>Populus x canescens</i>	Gråpoppel	Tolererar havsvind
<i>Populus tremula</i>	Asp	Tolererar havsvind
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	Mammutträd	
<i>Sorbus x intermedia</i>	Oxel	Tolererar havsvind
<i>Syringa vulgaris</i>	Syren	
<i>Ulmus glabra</i>	Alm	Tolererar havsvind
<i>Quercus cerris</i>	Turkisk ek	Tolererar havsvind
<i>Quercus petraea</i>	Bergek	Tolererar havsvind
<i>Quercus robur</i>	Skogsek	Tolererar havsvind
<i>Tilia x europaea</i>	Parklind	
<i>Tilia plathyphyllos</i>	Bohuslind	

Sjöman och Slagstedt (2015) förklarar vidare att det finns en rad faktorer att ta hänsyn till när det gäller användning av träd, som vinddämpande element i stadens täta bebyggelse, såsom områdets föroreningsgrad, återkommande vindrörelser och behovet av lä respektive ventilation. Att utforma läplanteringar som ska vara effektiva i staden, kan vara svårt då utrymmet i en gatumiljö ofta är begränsat. Behovet kan antingen vara att bromsa upp

vindflöden eller att tillgodose platsens ventilation för att förhindra stillastående förorenad luft. Trädens avstånd ifrån varandra och trädens avstånd till husen är av betydelse. För att eftersträva bästa möjliga resultat är det viktigt att placera rätt träd på rätt plats och samtidigt vara medveten om att även trädens höjd, grenuppbyggnad och kronomfång bidrar till olika effekter för den givna platsen.

Kjellström (2008) menar att trädens behov bör tillgodoses för att uppnå önskat resultat. Vidare menar Sjöman & Slagstedt (2015) att solljus är en aspekt som påverkar trädkronans täthet. Ljuskrävande träd som står i skuggan för närstående byggnader resulterar ofta i att trädet får en gles kronuppbyggnad, vilket sin tur leder till försämrad vindreduktion. Om istället en skuggtålig art används på samma plats blir resultatet en mer jämn kronuppbyggnad vilket bidrar till att vinden reduceras mer effektivt. Återigen är det viktigt att planera så att gaturum med förorenad luft har god ventilation, därför är det lämpligt att på dessa platser använda träd med en upphöjd och tunn kronuppbyggnad vilka har förmågan att skingra luften. Redan befintliga trädbestånd med täta bladverk kan i förorenade miljöer förbättras genom beskärning för att uppnå en glesare kronbyggnad och ökad ventilation. (Sjöman & Slagstedt, 2015)

Med täckning från krona ner till marken kan ”golvdreg” undvikas, vilket ofta förekommer i planteringar med uppstammade träd, som placerats tätt utan undervegetation (Sjöman & Slagstedt, 2015). De läplanteringar som i vissa fall kan ge bäst verkan, är de som placeras en bit bort ifrån det område som ska skyddas från vind. I den kompakta staden där det inte finns plats för större läplanteringar kan strategiska punktinsatser vara en lösning. Mindre samlingar eller enstaka smala och höga individer kan användas i trånga utrymmen, vid gatuhörn och mellan byggnader. Exempel på arter som lämpar sig i dessa fall är pelarpoppel (*Populus nigra* 'Italica'), pelarek (*Quercus robur* 'Fastigiata Koster') och pyramidavenbok (*Carpinus betulus* 'Frans Fontaine'). (Sjöman & Slagstedt, 2015)

#### *Häckar & buskar*

Förutom trädvegetationen utgör buskvegetation en viktig del i stadens gaturum. Buskvegetation som placeras under trädvegetation kan exempelvis bidra till att separera ytor för fotgängare och trafik. Separeringen blir som mest effektiv om buskbeståndet är högt med städsegröna arter. Man bör dock beakta att högre buskbestånd kan medföra en känsla av otrygghet för fotgängare. (Kjellström, 2008)

En häck av gran eller thuja är lika tät året om och har en vindgenomsläpplighet på 15-20 %. Den typen av plantering ger god effekt strax bakom vindskyddet men i gengäld uppstår turbulens en bit bort. Berberis (*Berberis vulgaris*), kornell (*Cornus spp.*), spirea (*Spiraea spp.*), måbär (*Ribes alpinum*) är buskar som med flera har en genomsläpplighet på 45-55 % på sommaren. På vintern blir de mer genomsläppliga men ger fortfarande visst vindskydd. (Schlyter & Bucht, 1976)

Klippta, täta häckar av liguster (*Ligustrum vulgare*), avenbok (*Carpinus betulus*) och bok (*Fagus sylvatica*) har även på vinterhalvåret en god vindskyddande effekt då ligustern är vintergrön och avenbok- och bokhäckarna behåller sina vissna löv under vintern. Andra klippta

häckar som exempelvis hagtorn ger en relativt bra vindsyddande effekt tack vare dess täta grenverk. (Schlyter & Bucht, 1976)

Att bygga en lähäck är en process i flera steg och det kräver i regel att den är uppbyggd i flera skikt. Det kräver planering för att uppnå effekt och stabilitet. (Jensen 2013)

Plantering av flera ridåer är gynnsamt. Börja med en häck som är riktigt solid och plantera sedan häckar med kort avstånd från varandra. De profiterar då på föregående häck och de hjälps åt att bromsa in vinden. Ofta kan en enkelrad av träd eller buskar räcka vid den här typen av planteringar. (Jensen 2013)

Det finns två huvudsakliga strategier för att bygga upp en lägivande häck. En strategi är att använda flerradiga häckar vilket är vanligt på den europeiska kontinenten- det kontinentala systemet. Den bygger ofta på en 1-3 rader med lägre och hårdföra buskar på lovartsidan. (Jensen 2013) Uppgiften för dessa är att skonsamt lyfta upp vinden för att skona andra plantor så att de inte blåser omkull direkt. De lägsta buskarna först för att sedan öka höjden in mot mitten av häcken och till sist även lägre buskar på läsidan på samma sätt som på lovartsidan. I mitten av häcken ska det gärna vara långlivade barrträd eller ädellövträd som ska finnas med hela häckens livslängd. Dessa träd växer i regel ganska långsamt och för att snabbt få läeffekt samt ge skydd åt ädelträden används så kallade amträd. Amträd är ofta snabbväxande träd vars uppgift är att främja slutträdens tillväxt eller buskar mellan ädelträden. (Jensen 2013) Genom att blanda snabbväxande arter med mer långsamväxande och skuggtåliga buskar i en läplantering kan etableringen underlättas. Efter hand som slutträden tar över gallras de snabbväxande amträden bort. Under de första åren kan även staket eller stängsel ge ett visst vindsydd för att gynna tillväxten. Dock kan det finnas en risk att vegetationen blir vek om den är allt för skyddad. (Glaumann & Nord, 1993)

Den andra strategin som används kommer från England och har rötter ända från 1600-talet. Till skillnad från det kontinentala systemet som bygger på flera parallella häckar är det engelska systemet mer sparsamt och använder en rad med buskar med inblandning av träd. För att få den tät nedtill används en speciell teknik som kallas *laid hedges*, se bild 1. (Jensen 2013)



Bild 1. Klassisk laid hedge i Brompton, England. Foto: Karl Liebscher 2009.

Vi kan kalla dem nerböjda häckar på svenska. I stora drag planteras inledningsvis en bas av buskar, till exempel sälj (*Salix caprea*), hagtorn (*Crataegus spp.*), hassel (*Corylus avellana*) eller liguster (*Ligustrum vulgare*) med cirka 25-50 cm mellanrum. Regelbundet planteras små

träd istället för buskar exempelvis, ek (*Quercus spp.*), vildapel (*Malus sylvestris*), körsbär (*Prunus spp.*) etc. (Jensen 2013) Efter 7 år ska häcken läggas ner. Har häcken vuxit sig mycket bred röjs den på båda sidor så att 50-60 cm i mitten återstår. Buskarnas skott som är tillräckligt unga och mjuka böjs till lodrät position och de grövre skotten får ett varsamt snitt så att de kan böjas ner. Störrar sätts i sidorna likt en svensk gärdesgård för att hålla skotten på plats. Sidogrenar flätas in för att undvika att häcken blir för spretig i sidorna, den bör inte klippas då det finns risk för att nya knoppar bryter och det blir kvastlikt i sidorna. Rotskott är välkomna och de söker sig uppåt i den nerböjda vegetationen samt att de nerböjda skotten fortfarande har kraft att bilda nya skott och på så vis byggs häcken på uppåt. Varje år klippas häcken på höjden för att bibehålla dess täthet. (Jensen 2013)

#### *Alternativa gröna element för vindreducering*

För att dämpa vind längs bebyggelsen fasader finns även möjlighet att bekläda dessa med gröna paneler och klätterväxter. Detta bidrar till ökad friktion och påverkar vind både i parallell och vinkelrät riktning. Påverkan på luftcirkulationen är dock inte särskilt stor. Fördelen med denna sorts grönska är att den upptar minimal yta av marken samtidigt som den kan ta upp stor vertikal yta. (Kjellström, 2008) Även om gröna tak har som främsta uppgift att fördröja dagvatten, bidra med luftrening och temperaturutjämning, så har de även i viss utsträckning förmågan att minska vindhastighet på grund av den friktion som uppstår av ytans skrovlighet (Kjellström, 2008).

Sørensen & Juul (1993) beskriver att skärmar bestående av örtartat växtmaterial kan användas som vindskydd på flera olika sätt och används till största delen för att främja andra växter. I buffertzonen mellan nyetablerade planteringar där lä önskas kan en örtskärm vara mycket effektiv. Även som fristående örthäck på öppna fält med ung vegetation hjälper dessa häckar till att skapa ett bättre mikroklimat. En örthäck kan till exempel bestå av 1-2 rader majs eller solrosor som ger skydd första sommaren. På båda sidorna kan strandråg sås i cirka 50 cm breda stråk, som ger en grön och stadig bas första sommaren och den andra sommaren, sträcker den sig cirka en meter upp för att sedan gradvis försvinna och då ge plats till den förhoppningsvis etablerade vegetationen. Skador från nattfrost kan undvikas och begränsas med hjälp av en örtskärm på speciellt utsatta områden som lågpunkter och på stora öppna ytor. Förutom detta ger en väl sammansatt örtskärm fördelar till djurlivet. (Sørensen & Juul 1993)

## Diskussion

Olika miljöer kräver olika sorters skydd men att man i första hand måste beakta platsens vindförhållanden (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988). Att sedan välja ståndortsanpassade växter som även har förmågan att mekaniskt kunna hantera vindens energi, är viktigt för att skapa hållbara läplanteringar (Sjöman & Slagstedt, 2015). Vegetationens höjd, grenuppbyggnad, omfång och täthet är faktorer som spelar in och bidrar till olika effekter av lä (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988). Val av lövträd och/eller barrträd är även avgörande för hur platsens vindförhållande kan förändras. För att få läeffekt året om lämpar sig val av barrträd och städsegröna träd eftersom lövfällande träd tappar en stor del av sin vinddämpande förmåga under vintern. (Kjellström, 2008)

För att kunna använda sig av rätt strategi bör man utvärdera varför man vill ha lä på platsen. Är det en sittplats, trädgård eller ett helt bostadsområde som ska vindskyddas? Olika platser kräver olika sorters lä. Är det till exempel en plats som är tänkt för rörelse är det lite mer förlåtande med ett vindskydd, som inte helt håller borta den avkylande vinden då kroppens rörelser gör att man håller värmen. Däremot ställs högre krav på vindskydd på en uteservering. (Schlyter & Bucht, 1976) Det krävs kunskap om både växtmaterial och vind för att kunna bygga en väl fungerade läplantering. Bredd, höjd, täthet och profil på planteringen är några av de saker som ska tas med i beräkningarna. Dessutom måste avstånd mellan planteringar (om man väljer att använda flera) bestämmas och avståndet till det som ska vindskyddas. (Kristersson, Lindholm & Nilsson 1988; Olesen, 1979)

Då växtmaterial är dynamiskt och förändras i förhållande till omgivningen är det svårt att få fram exakta siffror och kunna mäta lä (Kristersson, Lindholm & Nilsson, 1988).

I villaträdgårdar och gatumiljö är utrymmet ofta begränsat vilket gör att en del av de nämnda metoderna kan vara svåra att tillämpa. Val av växter blir avgörande för att läeffekten ska uppnås. Pelarformade träd, örtskärmar och enradiga planteringar är exempel på lägivande element som inte kräver mycket utrymme, och på så vis möter kraven i bebyggd miljö. (Kjellström, 2008; Sørensen & Juul 1993)

Huskroppar har stor inverkan på vindens rörelsemönster därför är det viktigt att undersöka hur vinden beter sig innan man planerar för lä. (Glaumann & Nord, 1993) För att undvika förträngningar vid trånga passager bör man noga avväga placeringen av vegetationen (Wirén et al. 2005). Olesen (1979) menar att läplanteringar som ska fungera väl och vara långlivade krävs det att de sköts med omsorg och kunskap. Kontinuerlig beskärning och nyplantering är även nödvändigt för att bibehålla önskad täthet. (Olesen, 1979)

Viktigt att ha med sig är att starkt trafikerade och förorenade gator behöver ventilation. Det är därför inte lämpligt med täta och höga planteringar i dessa miljöer då de hindrar vinden vilket gör att luften blir stillastående. (Kjellström, 2008)

### *Metoddiskussion*

Vi har under arbetets gång brottats med bristen på färsk litteratur då det finns väldigt lite studier i ämnet som behandlar bebyggelse i nordan. Svenska rapporter, böcker och faktablad bygger ofta på samma källor från 70- och 80-talet, som i sin tur grundar sig i studier gjorda



internationellt. I vårt sökande fann vi mycket litteratur kring vindproblematik, däremot upplevde vi det svårt att hitta litteratur som behandlade vegetation som vinddämpande material.

### *Reflektioner över arbetet*

Resultatet visar att vi till stor del fått svar på våra frågeställningar men ser det samtidigt som ett ämne som på senare tid blivit lite bortglömt. Det finns en del äldre studier på bland annat bostadsområden, men väldigt lite svenska studier som gjorts på senare tid. Mycket av litteraturen stödjer sin fakta på läplanteringar i odlingssammanhang, vilket är förståeligt då dessa metoder har fungerat under lång tid och är väl beprövade. Vi tror att allting går i cykler och att vindskydd för tillfället inte så populärt, därför råder det idag brist på konkreta metoder och handböcker inom ämnet. Med tanke på de vinster människa och miljö har på att sänka vindens hastighet, anser vi det märkligt att problematiken kring vind inte tas på större allvar.

Något vi tycker är viktigt att framhålla är att planteringar inte bara behöver ha en specifik funktion. Även om en plantering görs för att dämpa vind finns det ingenting som talar emot att den samtidigt skulle kunna vara vacker, begränsa buller, fördröja dagvatten och främja djurlivet.

Det är av stor vikt att tankar kring vindskydd, lä och byggnaders höjd och utformning finns med tidigt i planeringsarbetet. Vi anser det onödigt att lägga ner tid, pengar och energi på att utforma trevliga utemiljöer, om platsen inte kommer nyttjas till fullo på grund av obehagliga vindar. Där nya områden ska bebyggas bör redan befintlig vegetation bevaras i största möjliga mån. Att plantera träd som vindskydd kan ta upp till 20-30 år innan de uppnår ett fullgott skydd. Ett annat alternativ är att långt innan planerad byggstart redan ha planterat den vegetation som ska fungera som vindskydd längre fram.

Inom jord- och skogsbruk har man under århundraden arbetat med att reducera vind för att kunna odla mer effektivt och hindra missväxt på grund av vind. Det är också från dessa erfarenheter som strategier för bebyggd miljö kan hämtas. En handbok med olika beprövade principer på fungerande läplanteringars uppbyggnad och funktion i bebyggd miljö hade varit önskvärt. Inte minst för de som planerar och utformar nya områden, men även för studenter inom landskapsplanering.

### *Vidare studier*

Vi har i detta arbete kommit fram till att det redan i planeringsskedet är mycket viktigt att ta hänsyn till hur vindklimatet ser ut på en plats som ska bebyggas och som även ska ha en trivsamt utemiljö. I utbildningen för landskapsingenjörer borde ämnet vindklimat och läplanteringars uppbyggnad ha en större plats än den har idag.

Hade vi haft möjlighet att göra ett mer omfattande arbete hade vi gärna gjort intervjuer med företag inom planering för stad och samhälle för att få en bild av hur de ser på vind.

## Källförteckning

- Eliasson, I. Svensson, M. (1999) *Lokalklimatet i planeringen När? Var? Hur?* Naturvårdsverket [Rapport]
- Emanuelsson, U. Bergendorff, C. Carlsson, B. Lewan, N. Nordell, O. (2002) *Det skånska kulturlandskapet*. Lund: Naturskyddsföreningen i Skåne
- Glaumann, M. Westerberg, U. (1988). *Klimatplanering vind*. Åkersberga: Svensk byggtjänst
- Glaumann, M. Nord, M. (1993). Uteklimat. *Stad & land*. (Nr 113)
- Gustavsson, R. Ingelög, T. (1994). *Det nya Landskapet*. Jönköping:Skogsstyrelsen
- Jensen, K. (2013) *Lähäcker*. Länsstyrelsen Västra Götalands län [Rapport]
- Kjellström, L. (2008). Stads klimat/Gatuklimat. Examensarbete vid institutionen för Stad & Land, SLU, Ultuna.
- Kristersson, E. Lindholm, G. Nilsson, K. (1988) *Växter som vindskydd*. Stad & Land (Nr.62)
- Olesen, F. (1979) *Læplantning*. Köpenhamn: Landshusholdningsselskabets Forlag
- Sjöman, H. Slagstedt, J. (2015). *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur
- Schlyter, T. Bucht, E. (1976). *Klimatet i nya bostadsområden*. Statens institut för byggnadsforskning [Rapport]
- SMHI (2016). *Vind - Varför blåser det?*. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/vind-varfor-blasar-det-1.362> [2017-02-07]
- Sørensen, C. Juul, J. (1993) *Dækafgrøder*. Park- og Landskapsserien (Nr.5) Landbrugsministeriet Forskningscenteret for Skov & Landskab
- Wirén, B. Nord, M. Nilsson, K. Lindholm, G. Kristensson, E. Glaumann, M. (2005). Plan(t)era för lä! *Utemiljö*, 92(8), ss. 2-16.
- Åvall, H. (1986). Läplanteringar – vindskydd. *Konsulentavdelningens rapporter*, nr 390. Tillgänglig: [http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/slu\\_info\\_rapp\\_tradg/IRT310/IRT310P.HTM](http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/slu_info_rapp_tradg/IRT310/IRT310P.HTM) [2016-02-10]

### Bildmaterial

Bild 1 är tagen av Karl Liebscher

[http://www.shropshirehedgelaying.co.uk/hedges\\_visit.php](http://www.shropshirehedgelaying.co.uk/hedges_visit.php)