



Salt, vind och vatten

En guide till resilienta trädarter för framtidens
Malmö

Adila Spahic och Evelina Palm

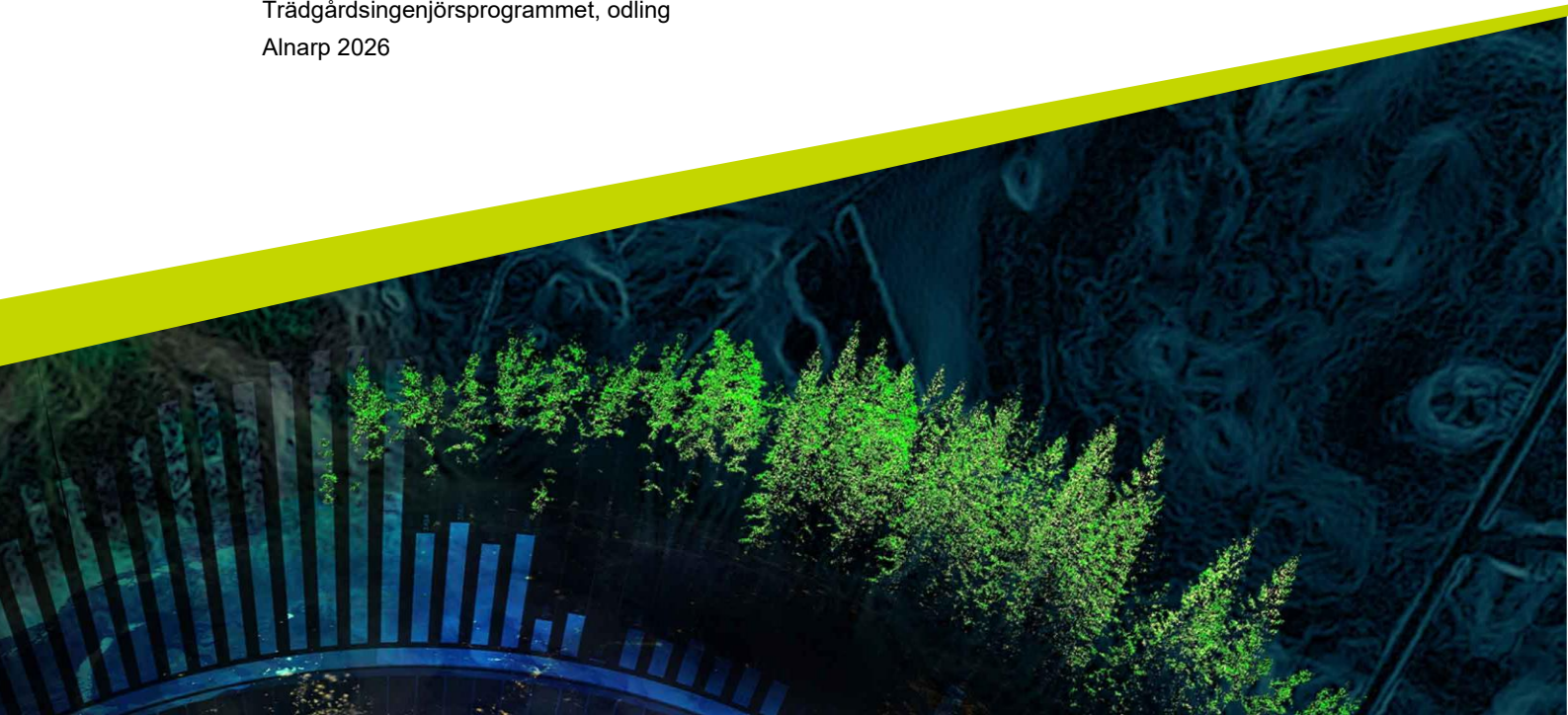
Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Trädgårdsingenjörsprogrammet, odling

Alnarp 2026



Salt, vind och vatten – en guide till resilienta trädarter för framtidens Malmö

Adila Spahic, Evelina Palm

Handledare:	Kimmo Rumpunen, SLU, Institutionen för växtförädling
Examinator:	Henrik Sjöman, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i trädgårdsvetenskap
Kurskod:	EX0844
Program/utbildning:	Trädgårdsingenjör - odling
Kursansvarig inst.:	Institutionen för biosystem och teknologi
Utgivningsort:	Alnarp
Utgivningsår:	2026
Nyckelord:	anpassningar, översvämning, vindresiliens, salttolerans, artval, Malmö, kuststäder

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

Sammanfattning

I Malmös framtid förväntas extremväder bli allt vanligare. Nyproduktionsområdet Nyhamnen befinner sig i riskzonen för översvämning till följd av höjda havsnivåer och stormar. Urbana träd som idag planteras vid kusten behöver därför kunna hantera perioder av översvämning, starka vindar och salt i både mark och luft för att överleva. Vilka arter är lämpliga och vilka anpassningar har de för att hantera stressfaktorerna vind, salt och översvämning? Med litteraturöversikten som metod har vi utifrån 23 artiklar samlat kunskap kring vilka träddarter som är aktuella för Nyhamnen. Målet är att utifrån kriterier om hårdighet, succession och tolerans för växtplatsen ta fram växtlistor för tre olika ståndorter identifierade i Nyhamnen som växtplats. Översikten genererar 315 arter som fokuseras till 97 arter fördelade över de tre ståndorterna, med dokumenterade anpassningar för att hantera ståndortens stress. Anpassningarna är arts specifika. För att hantera översvämning kan träd exempelvis utveckla aerenchyma, adventivrötter och förstörade lenticeller. Resiliens för starka vindar är en funktion av stamdiameter och höjd, bladverket, rotsystemets förgrening och struktur. Anpassningar för saltstress handlar om att hantera (genom osmotisk justering) eller undvika (utesluta, utsöndra, späda ut) salt. Urvalsprocessen leder till en superlista med specialiserade arter som är särskilt intressanta att utforska i en svensk kontext. Litteraturöversikten pekar på att det finns stora kunskapsluckor och motsägande information, varför ytterligare forskning behövs kring olika arters anpassningar och mekanismerna som driver dem.

Nyckelord: översvämning, vindresiliens, salttolerans, anpassningar, Malmö, artval, kuststäder

Abstract

Extreme weather is expected to become more common in Malmö in the future. The new production area Nyhamnen is under danger of becoming flooded due to raised sea levels and storms. Urban trees planted by the coast today need to be able to deal with periods of flooding, strong winds and salt in the air and ground. Which species are suitable and what adaptations do they have to manage the stress caused by wind, salt and flooding? With the literary overview as a method we gather knowledge from 23 articles concerning species suitability for Nyhamnen. Based on criteria of hardiness, succession and tolerance for the growing place the goal is to develop species lists for three identified habitats in Nyhamnen. The 315 species generated by the overview are focused to 97 species distributed across the three sites, with documented strategies to deal with site bound stress. Strategies are species specific. To manage flooding trees may develop aerenchyma, adventitious roots and enhanced lenticels. Wind resilience is a function of stem diameter and height, foliage, the branching and structure of the rootsystem. Adaptations to salt stress involve tolerance (through osmotic adjustment) or avoidance (to exclude, excrete or dilute salt). The selection process culminates in a superlist with specialised species particularly interesting to explore in a Swedish context. The literary overview indicates that there are large knowledge gaps and contradicting information, why more research is needed about the adjustments species make and the mechanisms that drive them.

Keywords: flooding, wind resilience, salt tolerance, adaptations, Malmoe, species selection, coastal cities

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	6
Figurförteckning	7
1. Inledning	8
1.1 Syfte och frågeställningar	9
1.2 Avgränsningar och definitioner	9
2. Bakgrund	11
2.1 Malmö under utveckling	11
2.2 Trädens roll i framtidens Malmö	12
2.3 Nyhamnen - "en ny framsida för Malmö"	12
2.3.1 Stadsdel med grön karaktär	13
2.3.2 Nyhamnen som växtplats	13
3. Metod	15
3.1 Val av metod och material	15
3.1.1 Styrkor och svagheter med val av metod	15
3.2 Avgränsningar	16
3.2.1 Fördelar och nackdelar med avgränsningarna	16
3.3 Urvalsprocess	17
3.4 Succession, strategier och ståndorter i Nyhamnen	18
4. Resultat	20
4.1 Litteraturstudie	20
4.1.1 Sammanfattning av litteraturstudien	20
4.2 Anpassningar	26
4.2.1 Översvämningstolerans	26
4.2.2 Vindtolerans	27
4.2.3 Salttolerans	28
4.3 Städernas trädstrategier	30
4.3.1 Malmö	30
4.3.2 Amsterdam	31
4.3.3 London	31
4.3.4 New York	32
4.4 Artsammanställning	33
4.5 Typståndorter i Nyhamnen	38
4.6 Typståndort 1 - Hamnbassängerna	39
4.6.1 Trädkategori 1 - Hamnbassängerna	40
4.7 Typståndort 2 – Nyhamnens mitt	45
4.7.1 Trädkategori 2 – Nyhamnens mitt	46
4.8 Typståndort 3 - Stationsområdet	50

4.8.1 Trädkategori 3 - Stationsområdet	51
4.9 Superlistan	57
5. Diskussion	60
6. Slutsats	65
Referenser.....	66
Bilaga 1 – Vind- och vattensimulationer	74
Bilaga 2 – Befintliga träd inom planområdet	76
Bilaga 3 – Urvalsprocessen	79
Bilaga 4 – Litteraturoversikt.....	80

Tabellförteckning

Tabell 1. Artsammanställning	33
Tabell 2. Trädkategori 1	40
Tabell 3. Trädkategori 2	46
Tabell 4. Trädkategori 3	51
Tabell 5. Superlistan.....	57

Figurförteckning

Figur 1. Malmö stads riskbedömning och planeringsunderlag. [Illustrationsplan]. https://gis.malmo.se/portal/apps/storymaps/stories/13f18192eb5f49ad913751c509146102 [2026-01-20]	11
Figur 2. Planområdet för Nyhamnen. [Illustrationsplan]. https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Nyhamnen/Oversiktsplan-for-Nyhamnen.html [2026-01-20] FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258)_opt-ua	12
Figur 3. Nyhamnens gröna struktur enligt Översiktsplanen. [Illustrationsplan]. https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Nyhamnen/Oversiktsplan-for-Nyhamnen.html [2026-01-20] FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258)_opt-ua	13
Figur 4. Factors to consider for effective tree selection [figur]. (Sjöman, H. & Hiron, A. (2025). https://www.tdag.org.uk/tree-species-selection-for-green-infrastructure.html [2026-01-29].....	18
Figur 5. Trädskategorier i successionen. (Omarbetad efter Sjöman & Slagstedt (2015a) [figur].	38
Figur 6. Hamnbassängerna - ungefärlig placering inom planområdet. [Illustrationsplan]. https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Nyhamnen/Oversiktsplan-for-Nyhamnen.html [2026-01-20] FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258)_opt-ua	39
Figur 7. Nyhamnens mitt - ungefärlig placering inom planområdet. [Illustrationsplan]. https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Nyhamnen/Oversiktsplan-for-Nyhamnen.html [2026-01-20] FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258)_opt-ua	45
Figur 8. Stationsområdet - ungefärlig placering inom planområdet. [Illustrationsplan]. https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Nyhamnen/Oversiktsplan-for-Nyhamnen.html [2026-01-20] FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258)_opt-ua	50

1. Inledning

Klimatförändringar innebär förändringar i växters livsmiljö. Prognostiserade extrema väderhändelser som långvarig torka eller häftiga skyfall skapar tillfälliga påfrestningar som växten behöver kunna hantera. Andra klimatfaktorer, som ökande temperaturer och stigande havsnivåer, är mer permanenta. Vissa arter har en inneboende resiliens eftersom de har utvecklat strategier och anpassningar för att kunna utvecklas framgångsrikt på ståndorter med sådana förutsättningar (Sjöman & Slagstedt 2015a). För många arter blir utmaningen inte bara att den abiotiska stressen kommer att öka utan också kombinationer av stressfaktorer, något som påverkar tillväxt och överlevnad mer än stressfaktorerna var för sig (Kosłowski 1997, Yanhong et al 2025). Det gäller framför allt kombinationen översvämning och salt, något som allvarligt hotar lignosers ekosystem världen över (ibid.). Detta gäller inte minst kustnära områden, där starka och salta vindar kan adderas till den redan stora abiotiska stressen.

Träd i kustnära urban miljö befinner sig med andra ord i riskzonen, framför allt när det gäller stigande havsnivåer (Kaur et al 2024). Ett scenario är att havsnivåerna har ökat med mer än 50 cm till år 2050, vilket kan drabba totalt 570 kustnära städer globalt (C40 Cities 2026). Därutöver kan extrema kustnära väderhändelser som stormar tillfälligt öka havsnivån med över 6 meter över genomsnittlig nivå (ibid.). Det ökar komplexiteten kring trädegenskaper och artval för områden där växtligheten kan utsättas för översvämning av saltvatten (Kaur et al 2024). I beslutsprocessen är det därför viktigt att värdera och prioritera trädarter utifrån deras tolerans för 1) översvämning av saltvatten, 2) starka vindar och 3) luftsalt som följer med havsvindarna (ibid.).

Ett område som befinner sig i just en sådan riskzon är Nyhamnen i Malmö, där en ny stadsdel med "grön karaktär" ska växa fram på gammal industrimark vid vattnet och stå färdig år 2050 (Malmö stad u.å.). Medvetenheten och ambitionerna kring den nya stadsdelen framgår av översiktsplanen för området: "Nyhamnen kommer i framtiden att påverkas av effekter av ett förändrat klimat, särskilt av höga havsvattenstånd. Olika skyddsåtgärder mot stigande havsnivåer kan tillämpas /.../ och platsen har potential att bli ett nationellt 'showcase' för klimatanpassningsåtgärder mot höga havsvattenstånd i urban miljö" (ibid.). Vidare ska den nya växtligheten anpassas för att tåla översvämning och planteringarna skyddas mot stigande nivåer av salthaltigt grundvatten (ibid.).

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med detta arbete är att samla kunskap kring vilka trädarter som är mest lämpliga för den högaktuella och utmanande ståndort som beskrivits ovan. Enligt Levinsson et al (2024) kan det vara så att endast 10% av de arter som idag finns tillgängliga i europeiska plantskolor har hög tolerans för den stress som tillfällig eller mer permanent vattenmättnad i marken medför. Det innebär en begränsad "artpool" att välja från i detta sammanhang (ibid.). Målet med arbetet är att ta fram en artlista med träd anpassade för kombinationer av stressfaktorerna salt, vind och översvämning, som är härdiga i Malmö och lämpliga för Nyhamnen. Utan genomtänkta växtval, det vill säga rätt träd på rätt plats, får vi "underpresterande" eller i värsta fall döda träd som inte kan leverera ekosystemtjänster (Sjöman & Slagstedt 2015a).

Huvudfrågan som ska besvaras är: Vilka trädarter skulle passa i ett framtida Malmö med prognostiserade klimatförändringar, för en urban ståndort som Nyhamnen?

Följande delfrågor hjälper oss att besvara huvudfrågan:

- Vilka arter är dokumenterat toleranta mot stressfaktorerna salt, vind och vatten?
- Vilka anpassningar har dessa arter som gör dem toleranta?

För att kunna svara på dessa frågor görs en litteraturstudie av befintlig forskning och kunskap kring trädarter med anpassningar för översvämning, starka vindar och salt i mark och luft. Artrekommendationer hämtas hos andra städer som står inför liknande utmaningar: Amsterdam, London och New York. Detta resulterar i en lista med arter som är dokumenterat motståndskraftiga mot en eller flera av stressfaktorerna. Arterna delas sedan in i tre kategorier utifrån sin tolerans, och utvärderas i förhållande till tre olika typståndorter i Nyhamnen.

1.2 Avgränsningar och definitioner

Stressfaktorerna salt, vind och vatten definieras här som:

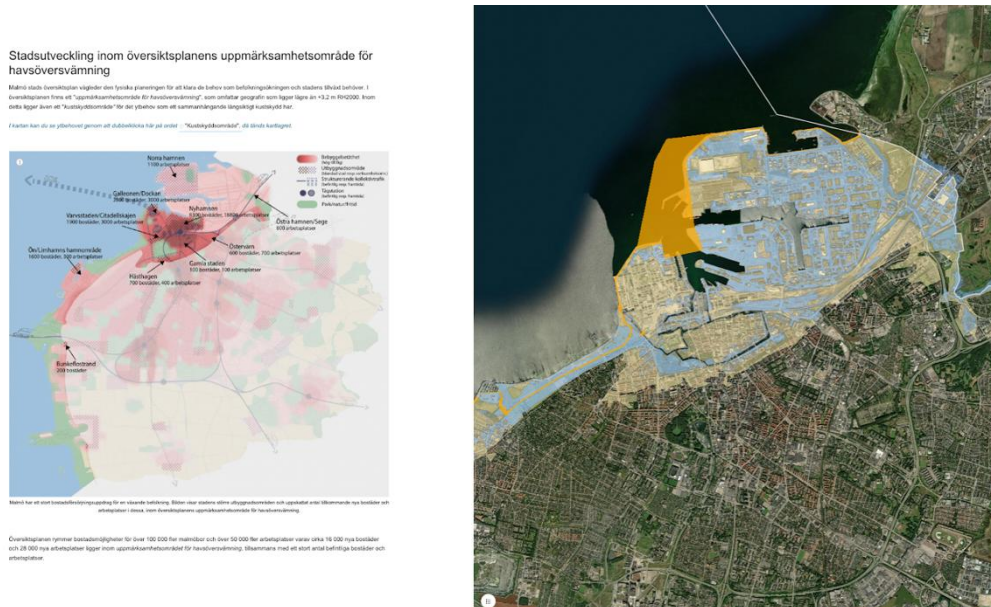
- *Vatten* (i ett 100-årsperspektiv)
 - Förhöjd havsnivå till följd av klimatförändringar
 - Översvämning av saltvatten vid s.k. högvattenhändelse, då havsnivån vid kraftig blåst kan stiga avsevärt (Kalén et al 2025)
 - Stigande grundvatten med höjd salthalt
- *Vind*
 - Blåsigt till mycket blåsigt läge (> 4 m/s) med övervägande västliga till sydvästliga vindar (Johansson & Yahia 2018)

- *Salt*
 - Marksalt, till följd av översvämning av saltvatten
 - Luftsalt, som förs in med havsvindar och avsätts på bladen

Ett centralt begrepp i detta arbete är *tolerans*. I litteraturen används olika begrepp i beskrivningen av trädarters egenskaper och strategier, såsom att *tolerera*, *hantera* eller *undvika* stress på grund av stående vatten, starka vindar och salt. Sjöman & Slagstedt (2015a) menar att man bör använda begreppet *hantera* när man diskuterar trädens förmågor i förhållande till stressfaktorer, till exempel att utveckla ett djupare rotsystem för att hantera torrperioder. Hiron (2018) menar att val av trädarter till utsatta lägen bör bygga på sådana egenskaper som gör att arten *tolererar* en stressfaktor, till skillnad från arter som utvecklat strategier, till exempel bladabscission, för att *undvika* skador orsakad av abiotisk stress (ibid.). I detta arbete används *tolerans* som ett samlingsbegrepp för samtliga egenskaper och strategier. Huruvida man vid artval bör fokusera på hanterande eller undvikande anpassningar diskuteras i del 5.

2. Bakgrund

Fokus för arbetet är att välja trädarter för nyproduktionsområdet Nyhamnen. Detta motiverar en kort introduktion till området. Här belyses aspekter kring Nyhamnen som växtplats, trädens roll för människa och miljö samt stadens hållbarhetsarbete.



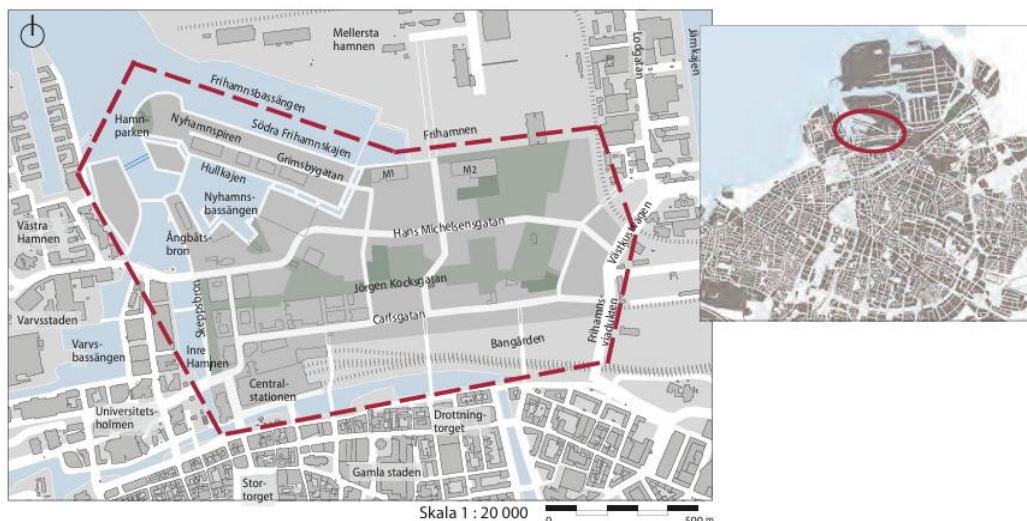
Figur 1. Malmö stads riskbedömning och planeringsunderlag. [Illustrationsplan].
<https://gis.malmo.se/portal/apps/storymaps/stories/13f18192eb5f49ad913751c509146102>
[2026-01-20]

2.1 Malmö under utveckling

Malmö växer och staden planerar för en ökning med 100 000 fler malmöbor samt 50 000 fler arbetsplatser till år 2050 (Malmö stad u.å.-a). Stadsutvecklingen för att möta denna tillväxt ska främst ske innanför Yttre Ringvägen och mycket nybyggnation planeras i områden närmast havet, det så kallade “uppmärksamhetsområdet för havsöversvämning”. Där ingår Nyhamnen som ska stå klar 2050 (Malmö stad u.å.-b, se figur 1 - vänster). Riskbedömningen för översvämning baseras på klimatunderlag som förutspår tillfälliga höjningar av havsnivån (högvattenhändelser) med 2,71 m till år 2125 (Malmö stad u.å.-b, se figur 1 - höger). Idag ligger stora delar av den befintliga bebyggelsen på omkring 2,4 m över havet. Riskbedömningen ligger i sin tur till grund för strategier och planering för att skydda både existerande och tillkommande bebyggelse från det stigande havs- och grundvattnet samt dagvatten (ibid.).

2.2 Trädens roll i framtidens Malmö

Grönområden, växtlighet och träd är en viktig del av strategin för vattenhanteringen i framtiden (Malmö stad u.å.-c). Grönska och träd kan även bidra med flera andra värden och därför arbetar man med att implementera 3-30-300-modellen, vilket innebär att “alla i Malmö ska se minst 3 träd från sin bostad, skola eller arbetsplats”, “alla stadskvarter ska täckas av minst 30 procent trädkronor” och “alla Malmöbor ska ha max 300 meter till närmsta grönområde” (Malmö stad u.å.-d). Strategin ska bidra med viktiga klimatrelaterade ekosystemtjänster som temperaturregulering vid värmeböljor och fördröjning av dagvatten, men även invånarnas hälsa och välmående samt biologisk mångfald (ibid.). I de kustnära och översvämningshotade delarna av staden kommer det kräva träddarter med tolerans för tillfälligt stående vatten, stigande grundvatten med förhöjda salthalter och ett vindutsatt läge, som samtidigt kan leverera de ekosystemtjänster för både människa och miljö som är målet med 3-30-300-strategin.



Figur 2. Planområdet för Nyhamnen. [Illustrationsplan].
[https://malmo.se/download/18.cc49022193d3c46067a9f0/1738250724649/FÖP2037-Nyhamnen_antagen-\(SBN-2014-379-258\)_opt-ua.pdf](https://malmo.se/download/18.cc49022193d3c46067a9f0/1738250724649/FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258)_opt-ua.pdf) [2026-01-20]

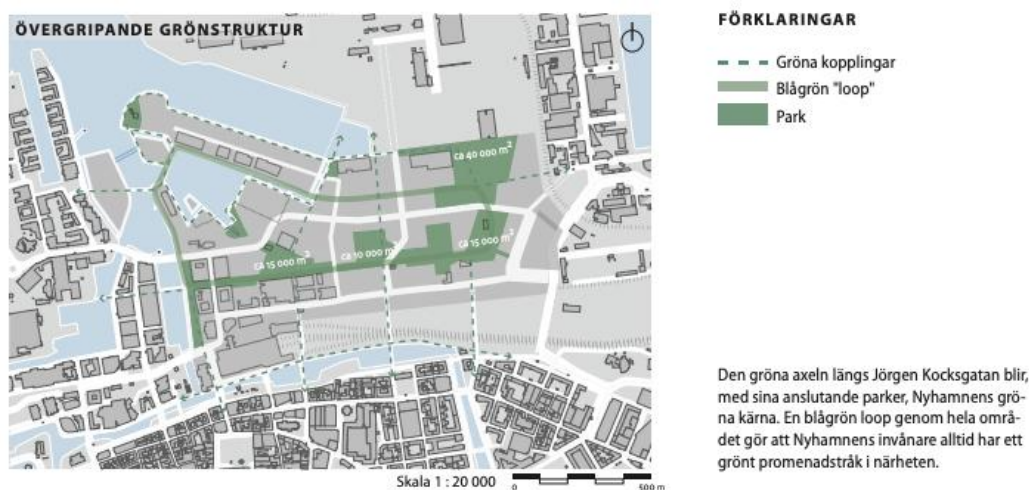
2.3 Nyhamnen - “en ny framsida för Malmö”

Nyhamnen är ett gammalt hamn- och industriområde med anor från sent 1800-tal, som länge fungerade som ett centralt nav för både handel och resande med reguljär färjetrafik (Malmö stad u.å.-e). Med tiden har dessa funktioner trappats ner och under 2000-talet påbörjades utvecklingen av området till en ny stadsdel med bostäder, kontor och kulturell verksamhet som konserter och restauranger (ibid.). Enligt översiktsplanen ska 7 000–9 000 bostäder och 12 000–16 000

arbetsplatser adderas till 2050, såväl som ett antal förskolor, skolor och lokaler för allmänna verksamheter (Malmö stad 2019).

2.3.1 Stadsdel med grön karaktär

Fokus för den nya stadsdelen ligger på grönska - i form av nya parker på 8,3 hektar, gröna stråk, trädplanteringar i gaturummen samt grönskande förgårdar, fasader och tak (Malmö stad 2019). "Parker ska placeras som samlande stadsrum" och kopplas ihop med ett 30 - 40 meter brett grönstråk med träd i flera rader som löper genom hela området (ibid., se figur 3). Här ska biologisk mångfald främjas och även ekosystemtjänster som dagvattenhantering och rekreation (Malmö stad u.å.). I väster anläggs en grönskande kaj och i öster trädplanteringar samt en ny stor park som med tiden ska utökas till 10 hektar (ibid.).



Figur 3. Nyhamnens gröna struktur enligt Översiktsplanen. [Illustrationsplan]. [https://malmo.se/download/18.cc49022193d3c46067a9f0/1738250724649/FÖP2037-Nyhamnen_antagen-\(SBN-2014-379-258\)_opt-ua.pdf](https://malmo.se/download/18.cc49022193d3c46067a9f0/1738250724649/FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258)_opt-ua.pdf) [2026-01-20]

2.3.2 Nyhamnen som växtplats

Utöver den utbredda risken för översvämning av saltvatten vid högvattenhändelser (se simulering i bilaga 1, figur 1), riskerar delar av området också att översvämmas vid häftiga regn (Malmö stad 2019). Mest utsatta blir träd och övrig växtlighet i kanterna av de olika avrinningsområdena (se bilaga 1, figur 2). Den generella höjningen av havsnivån till följd av klimatförändringar kan även ha en mer bestående inverkan på växtmiljön i Nyhamnen, eftersom det innebär stigande grundvatten med höjd salthalt (ibid.).

I en studie tog Johansson & Yahia (2018) fram vindsimulationer över en del av Nyhamnen baserat på den preliminära bebyggelsen i översiktsplanen - för vindarna från väst respektive sydväst, de två dominerande vindriktningarna. Dessa ger en fingervisning om var vindarna är starkare och svagare, och vilka delar som

är mest vindutsatta respektive mer skyddade lägen (se bilaga 1, figur 3 och 4). Vi återkommer till dessa ståndortsförhållanden i del 4.5–4.8.

Det finns även ett flertal befintliga trädarter i Nyhamnen, de flesta planterade de senaste dryga 15 åren, men här finns även träd från 1940–90-talet (se bilaga 2). I diskussionen (del 5) återkommer vi till det rådande beståndets hållbarhet.

3. Metod

Metoden utgörs huvudsakligen av en litteraturstudie vars omfattning styrs av arbetets tidsramar. I litteraturstudien sammanfattas befintlig forskning om träd med anpassningar för mark- och luftsalt, översvämning och starka vindar.

3.1 Val av metod och material

För att kunna besvara delfrågorna om vilka arter som är dokumenterat toleranta mot de tre stressfaktorerna samt vilka anpassningar dessa arter utvecklat, genomförs en litteratursökning av vetenskapliga artiklar, monografier, översikter och böcker. Sökningarna görs i databaserna Web of Science, Primo och SLU:s publikationsdatabas. Research görs även kring officiella trädstrategier och artlistor för tre storstäder med hög sårbarhet inför samma framtida klimatscenario: Amsterdam, London och New York. Urvalet av städer baseras på att samtliga ligger på norra halvklotet, har liknande klimat som vårt samt har utarbetade trädstrategier med artrekommendationer för en eller flera av stressfaktorerna, på ett lättillgängligt språk. Även Malmös nuvarande trädstrategi går igenom. Plantskolornas växtkataloger utgör en betydande kunskapskälla men utesluts på grund av tidsbrist. För information om hårdighet (klimatzon) används dock följande plantskolors växtkataloger: Stångby plantskola, Splendor plant, tillsammans med Sjöman & Slagstedts Stadsträdslexikon (2015b). För övrig information om hårdighet används International Dendrology Society och USDA Plants Database. Malmös befinner sig i zon 1 enligt den svenska zonkartan, vilket motsvaras av ca. 7-8 på USDA-skalan (Trädgårdsdags 2026). Information om arternas förekomst och utbredning kommer från CABI Compendium Forestry databas och Stadsträdslexikon (Sjöman & Slagstedt 2015b). Information om risk för invasivitet hämtas från Artdatabanken och The European Red List of Trees. Artnamn kontrolleras i SKUD.

3.1.1 Styrkor och svagheter med val av metod

Metodvalet görs med hänsyn till tidsaspekten för arbetet. En fördel med litteraturstudien som metod är att den ger en bra insyn i forskningens möjligheter och begränsningar. Till möjligheterna kan räknas djupare förståelse för trädens överlevnadsstrategier och anpassningar, exoters nyttoaspekter och behovet av framtida forskning. Till svagheter hör främst metodologiska skillnader i litteraturen. Det är både svårt och missvisande att dra slutsatser när den granskade litteraturen tar avstamp i olika geografiska, geologiska och klimatologiska förutsättningar. Dessa förutsättningar påverkar beskrivningen av artgenskaper som behöver tolkas med försiktighet eftersom de är beroende av både tid och rum. Förkunskap kring proveniensens betydelse för respektive anpassning och

eventuell hårdighet i Sverige är förutsättningar för en lyckad etablering som tyvärr ligger utanför arbetets omfattning. Även skillnader på sortnivå är nyanser som ofta utesluts ur rapporter. Experimentella studier är av särskilt stor nytta, men bristen på exempelvis enhetliga mått och definitioner bidrar till en metodologisk svaghet i litteraturstudien.

3.2 Avgränsningar

Litteratursökningen genomförs i databaserna Web of Science och Primo, och följande sökord används i olika kombinationer (se bilaga 3):

För översvämning:

”Urban tree*” OR “tree* species” AND “Sweden” OR “Europe*” OR “temperate” AND ”flood* tolerance” OR “flooding” OR “waterlogging” OR “inundation” OR “submersion” OR “wetland species”.

För vindtolerans:

”Urban tree*” OR “tree* species” AND “wind tolerance” “coast*” OR “wind resilient*” OR “wind resilient” OR “storm” OR “shelter belt*”.

För salttolerans:

”Urban tree*” OR “tree* species” AND “salt” OR “salinity” AND “tolerance”.

I urvalet används följande avgränsningar:

- Studier från 1980-talet och framåt
- Studier som behandlar arter (inte sorter/proveniens/ekotyp/frökälla)
- Studier som enbart behandlar träd eller buskträd, inte buskar enligt tillgängliga beskrivningar i USDA Plants Database
- Studier på svenska och engelska
- Studier som behandlar tropiska arter utesluts, medan studier som behandlar både tropiska och tempererade arter sällas för information

15 artiklar valdes ut från sökresultaten, och 8 artiklar adderades efter inläsning av de första 15 artiklarna vilket kan demonstreras med följande exempel: vid läsning av Kaur et al (2024) upptäcktes Kozlowski (1997) och Fox & Koci (2021) som sedan också inkluderades i studien. Gardiner et al (2021) nämner i sin introduktion Everham & Brokaw (1996) som visade sig vara högst aktuell för litteraturstudien.

3.2.1 Fördelar och nackdelar med avgränsningarna

Litteratursökningen avgränsas till artnivå, men det kan finnas populationer av arten som växer närmare kusten och har en fenotyp som är väl anpassad till vind

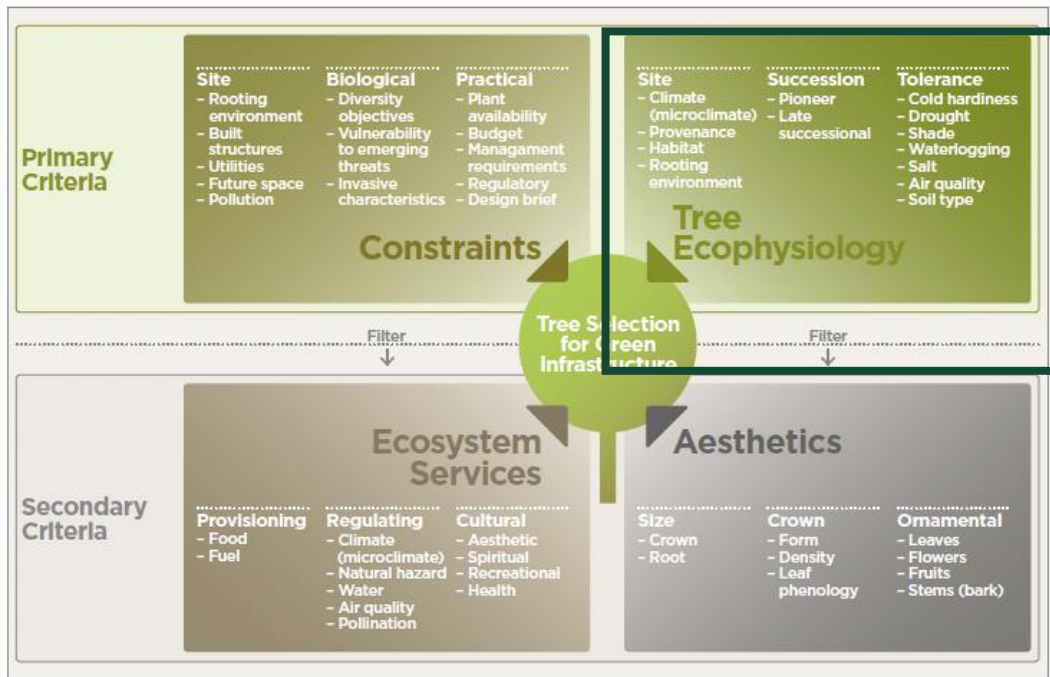
och salt. Den typen av nyanser ryms inte inom ramen för detta arbete. Urvalet av både anpassningar och arter är ett resultat av avgränsningarna i litteratursökningen. Risken är stor att artiklar med relevanta arter och anpassningar inte inkluderas. Inom ramen för anpassningar har vi fokuserat på morfologiska och fysiologiska responser. “The European Network for Invasive Alien Species” (NOBANIS) har varit ur funktion under arbetets gång, varför Artdatabankens Risklista 2024 har använts, vilket betyder att arter som inte klassificeras som invasiva potentiellt finns med i växtlistorna.

3.3 Urvalsprocess

Resultatet av litteraturstudien sammanfattas först för respektive artikel och sammanställs i en tabell där arters tolerans klassificeras i medel eller hög tolerans. Arter med låg eller ingen tolerans för någon av stressfaktorerna eller bara en tolerans utesluts.

Från denna sammanställning delas arterna in i tre kategorier för tre identifierade ståndorter i Nyhamnen (se 3.4 nedan). Indelningen baseras på artens dokumenterade tolerans för den kombination av stressfaktorer som råder på respektive ståndort. Arterna går igenom utifrån sina strategier, egenskaper och lämplighet för växtplatsen. En slutgiltig “superlista” sammanställs, där hårdighet och friskhet har tagits med i beräkningen. Här är arter som finns som E-planter extra värdefulla (Sjöman & Slagstedt 2015a). Arter utan anpassningar för växtplatsens stressfaktorer utesluts från superlistan. Vi har också sållat bort de arter som är förbjudna att använda enligt EU, eller plantera i Malmö enligt den tekniska handboken. Information om de asiatiska långhorningarna *Anoplophora glabripennis* (ALB) och *A. chinensis* (CLB) har inkluderats i de tre ståndortslistorna då deras spridning utgör ett särskilt hot mot träd som är vanliga i Malmö (Sjöman & Östberg 2019). ALB har i både Kina och USA attackerat *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Eleagnus*, *Fraxinus*, *Malus*, *Platanus*, *Populus*, *Pyrus*, *Robinia*, *Salix*, *Styphnolobium* och *Ulmus*. ALB upptäcktes i Danmark 2009 (Scheel 2009).

Huvudfrågan om vilka arter som vore lämpliga att testa i Nyhamnen besvaras med en genomgång av litteraturstudien samt artsammanställningen, och baseras på Sjöman & Slagstedts (2015a) modell för urvalsprocessen vid val av stadsträd, där ”växttekniska och biologiska aspekter ska prioriteras framför estetiska värden”. Alla aspekter ryms inte inom ramen för detta arbete. Vi har fått begränsa oss till de tre första stegen i beslutstrappan: *hårdighet och friskhet*, *succession* och *tolerans för växtplatsen* (Sjöman & Slagstedt 2015a). Till de stegen hör ett antal primära kriterier (figur 4) (Hirons & Sjöman 2019). Resterande fyra steg och kriterier utesluts: *funktion och/eller kulturhistoriska värden*, *skötsel*, *växtsätt*, samt *estetiska och sociala kvaliteter* (Sjöman & Slagstedt 2015a).



Figur 4. Factors to consider for effective tree selection [figur]. (Sjöman, H. & Hiron, A. (2025). <https://www.tdag.org.uk/tree-species-selection-for-green-infrastructure.html> [2026-01-29]

3.4 Succession, strategier och ståndorter i Nyhamnen

Vid val av stadsträd är det viktigt att fundera på den urbana växtplatsens motsvarighet i naturen och den naturliga artutvecklingen där, så kallat *succession* (Sjöman & Slagstedt 2015a). Successionen speglar artfördelningens förändring på platsen ur ett tidsperspektiv (ibid.). På grund av olika responser på sin miljö delas träd in i två ekologiska grupper; pionjärarter och sekundära, klimaxarter (Brzeziecki & Kienast 1992). Som först på plats behöver pionjärerna kunna hantera exponering för väder och vind, men kan även ha tillgång till mer resurser (Sjöman & Slagstedt 2015a). Senare i successionen kan sekundära arter behöva etablera sig bland redan uppvuxna träd, och därmed hantera stressen kring begränsade resurser (ljus, vatten, näring). Ett nybyggt område motsvaras av ett tidigt stadium i successionen (Sjöman 2018), då lätt etablerade pionjärarter är först på plats men också generellt mer kortlivade än de sekundära arter som växer upp i skydd av pionjärerna. I urvalsprocessen får man därför göra ett val, om man vill efterlikna naturen och fokusera på pionjärträd eller jobba mot naturen och plantera sekundärarter (ibid.).

För att kunna svara på huvudfrågan behöver därför Nyhamnen som växtplats definieras, utifrån klimat, rotmiljö och eventuella motsvarande förutsättningar i naturen. Eftersom stadsdelen ännu inte finns görs vissa antaganden utifrån översiktsplanen samt urbana typsituationer med trädplanteringar (Sjöman &

Slagstedt 2015a). Baserat på detta identifieras tre typståndorter som motsvaras av 1) Hamnbassängerna, 2) Nyhamnen mitt, och 3) Stationsområdet. Dessa redogörs för i del 4.5 - 4.8, tillsammans med de antaganden som görs. Typståndorterna innebär en grov och mycket övergripande indelning, eftersom mikroklimatet är olika vid olika tidpunkter såväl som platser inom dessa, men kan ge en fingervisning om vilka arter som är intressanta att överväga.

Vidare bör man också överväga vilken trädstrategi, enligt Grimes CSR-modell, som vore mest framgångsrik (Sjöman 2018). Trädarter begränsas av den biotiska och abiotiska miljö där de växer och svarar på dessa miljöfaktorer, vilket påverkar deras tillväxt, reproduktion och överlevnad (Wonkka et al 2012).

Konkurrensstrategier (C) satsar direkt mycket resurser på tillväxt både ovan och under mark, exponeras för väder och vind, men blir i regel inte så gamla. En art som är konkurrensstrateg behövs nödvändigtvis inte vara en pionjärart.

Stresstrategier (S) har lärt sig leva på mer knappa resurser och investerar dem i kvalitet på längre sikt (Sjöman 2018). En art som är stresstrateg behövs inte nödvändigtvis vara en sekundär art. De kan ha specialiserat sig på en stressfaktor och är därför mest framgångsrika i att hantera mer extrema stressfaktorer (Sjöman & Slagstedt 2015a). Detta i motsats till generalister, som kan hantera olika stressfaktorer men till priset av att toleransen mot var och en blir lägre än hos specialisterna (ibid.). Ibland kan det vara värdefullt att satsa på specialiserade och mer långsamväxande arter (till exempel *Pinus*), snarare än "live fast die young"-arter (till exempel *Populus*) (Sjöman & Slagstedt 2015a). De flesta arter tillämpar dock en kombination av en eller flera strategier i olika hög grad, där stresstoleranta konkurrensstrategier (CS) till en början investerar i rotsystem och växer långsamt, för att öka tillväxten i senare livsfaser (Brzeziecki & Kienast 1992). Rena störningsstrategier (R) omfattar sällan vedartade växter. Information om olika trädarters strategier enligt CSR-modellen hämtas från Wonkka et al (2012), Sjöman & Slagstedt (2015b), Pierce et al (2017) och Sjöman et al (2025). I flera fall har ingen tillförlitlig källa vad gäller artens strategier kunnat hittas inom tidsramen för arbetet. För dessa arter anges "ingen uppgift".

4. Resultat

Första delen av resultatet består av en översikt av litteraturstudien. Det redogörs för vilka arter som inkluderas i artsammanställningen baserat på den dokumenterade toleransen och eventuellt viktiga kommentarer för att kunna svara på den första delfrågan. Resultatets andra del handlar om vilka anpassningar träden har för att hantera respektive stressfaktor (salt, vind och översvämning) och syftar till att besvara den andra delfrågan. Litteraturöversikten och städernas trädstrategier resulterar i en artlista med 313 arter. I den slutliga delen av resultatet identifierar vi tre olika ståndorter i Nyhamnen: Hamnbassängerna, Nyhamnens mitt och Stationsområdet. Dessa ligger till grund för olika trädskategorier; den ursprungliga artlistan fördelas över de tre kategorierna utifrån relevanta anpassningar, succession och CSR. Resultatet avslutas med en superlista, vilket besvarar huvudfrågan, med arter som är särskilt intressanta att utforska för en svensk kontext när härdighet och friskhet tagits med i beräkningen.

4.1 Litteraturstudie

Sammanfattningarna nedan belyser de delar av publikationerna som handlar om trädarters tolerans mot salt, vind och översvämning. Buskarter och eventuell tolerans mot andra stressfaktorer utelämnas. En detaljerad översikt finns i bilaga 4. Där redovisas följande data:

Författare/ år: Samtliga författare och årtal vid publicering

Rapport: Titel på rapporten.

Metod: Inkluderade lignoser i undersökningen, typ av undersökning (kontrollerad, i fält, datamodellering, översikt) och experimentets längd.

Variabler: Val av parametrar och mätfaktorer i undersökningen

Resultat: Relevanta slutsatser och aspekter från undersökningen

Arter som uppvisar tolerans eller relevanta strategier och egenskaper listas i tabell 1. Se även kompletterande databas-fil (tabell 1), där varje publikation har tilldelats en siffra enligt nedan, så att det går att se vilken studie som har angett vilken art som tolerant samt medeltolerant mot respektive stressfaktor.

4.1.1 Sammanfattning av litteraturstudien

1. Grosse et al (1992)

För att undersöka anpassningen trycksatt gastransport (se Anpassningar 4.2) hos översvämningståliga arter utsattes ettåriga plantor av *Populus tremula*, *Tilia cordata*, *Betula pubescens*, *Acer pseudoplatanus*, *Taxodium distichum*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus viridis*, *Alnus incana*, *Alnus glutinosa* och *Ilex aquifolium*. Stora

variationer uppkom inom alla arter, förutom *A. pseudoplatanus* och *F. excelsior*. För *A. glutinosa*, *A. incana*, *B. pubescens*, *T. distichum*, *P. tremula* demonstrerades en tydligt utvecklad anpassning oberoende av temperatur, men beroende av ljus.

2. Frye & Grosse (1992)

22 juvenila arter undersöktes för översvämningstolerans i 120 dagar. Mätningar som genomfördes både i slutet av experimentet och ett år senare för att mäta återhämtningen visade att *T. distichum* är bäst anpassad och trivs i översvämmade tillstånd, medan samtliga träd påvisade hög överlevnadsgrad med reducerad höjdtillväxt och stamdiameter i förhållande till kontrollgruppen: *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer rubrum*, *Betula nigra*, *B. papyrifera*, *B. pubescens*, *P. pendula*, *Crataegus monogyna*, *Fagus grandifolia*, *Prunus padus*, *P. serotina*, *Quercus palustris*, *P. petraea*, *Rhamnus cathartica*, *Salix purpurea*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*. Översvämmade *B. nigra* och *B. pendula* blev frostkänsliga under uppföljning.

3. Everham & Brokaw (1996)

Översikt av vindresistenta arter från tempererade delar med medel till hög resistens: *Acer saccharum*, *Betula alleghaniensis*, *Betula nigra*, *Caprinus caroliniana*, *Ostrya virginiana*, *Cornus florida*, *Thuja occidentalis*, *Fagus grandifolia*, *Quercus alba*, *Q. borealis*, *Q. laurifolia*, *Q. nigra*, *Q. rubra*, *Q. velutina*, *Q. virginiana*, *Liquidambar styraciflua*, *Carya aquatica*, *M. grandifolia*, *M. virginiana*, *Nyssa aquatica*, *Nyssa sylvatica*, *Fraxinus americana*, *F. pennsylvanica*, *Larix decidua*, *Pinus elliotii*, *P. lambertiana*, *P. palustris*, *P. resinosa*, *P. serotina*, *P. strobus*, *Pseudotsuga menziesii*, *Tsuga canadensis*, *Tsuga heterophylla*, *Platanus occidentalis*, *Populus grandidentata*, *Tilia americana*, *Ulmus alata*, *U. americana*. Författarna rekommenderar enhetliga mått för framtida studier, definitioner av olika sorters vindkast och uppföljning som en del av metodologin.

4. Kozlowski (1997)

I en monografi listar författaren arter som utvecklat specifika strategier för översvämning och salt, samt i kombination, utan att implicera tolerans. Undantag görs för konstaterad översvämningstolerans hos dessa arter: *Acer rubrum*, *A. sachharinum*, *Betula nigra*, *Fraxinus mandshurica*, *F. pennsylvanica*, *Nyssa aquatica*, *Pinus contorta*, *P. serotina*, *Platanus occidentalis*, *Populus deltoides*, *Salix nigra*. Uppger att angiospermer (lövträd) i allmänhet klarar översvämning bättre än gymnospermer (barrträd). Påpekar att det kan finnas stor variation i tolerans inom ett släkte. Även salttoleransen kan variera stort, mellan närbesläktade arter såväl som provenienser.

5. Canham et al (2001)

Acer rubrum, *Acer saccharum*, *Betula alleghaniensis*, *Fagus grandifolia*, *Picea rubens*, *Prunus serotina* och *Tsuga canadensis* undersöks för vindkast efter storm, datainsamling på fält analyseras statistiskt. Toleranta: *Betula alleghaniensis*, *Acer saccharum*. Författarna resonerar att detta möjligtvis beror på bladfällning som minskar vindbelastningen. Känsligast: *Prunus serotina*, *Picea rubens*. Upptäckta samband: med ökande stamstorlek ökar känsligheten för vindkast, sekundärtillväxt mer sårbar än urskog.

6. Niinemets & Valladares (2006)

Författarna gör en omfattande översikt av databaser och studier för 806 buskar och träd från de tempererade delarna av den norra hemisfären. 32 arter visade gemensam tolerans för både skugga och översvämning, 21 arter var både tork- och översvämningstoleranta. Nordamerikanska arter visade prov på högst tolerans i jämförelse med andra kontinenter. Författarna belyser behovet av att ta fram mer specifika skalor, särskilt för de extrema ändarna av "tolerans" eller "intolerans". *Alnus glutinosa* klassas exempelvis som tolerant i samtliga databaser, men toleransen bleknar i jämförelse med *Taxodium d.* från södra USA som hanterar vattenmättnad året runt.

7. Glenz et al (2006)

Utifrån ett centraleuropeiskt perspektiv gör författarna en sammanställning av befintlig forskning kring arters översvämningstolerans och relaterade anpassningar. Förstorade lenticeller (se Anpassningar 4.2) utvecklas av flera *Populus*, *Salix* och *Alnus*-arter. De flesta arter utvecklar finrötter medan aerenchyma endast återfinns hos ett fåtal. Hög översvämningstolerans (4) har *Alnus incana*, *A. viridis*, *Frangula alnus*, *Populus nigra*, *Salix purpurea*, *S. appendiculata*. Väldigt hög tolerans (5) har *Alnus glutinosa*, *Salix cinerea*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *S. eleagnos*, *S. daphnoides*, *S. m. nigricans*, *S. alba*, *S. fragilis*, *S. pentandra*.

8. Duryea et al (2007)

Effekten av 9 orkaner på 80 arter i s-ö USA studerades i fält för vindmotstånd. Högt vindmotstånd hade: *Carya floridana*, *Cornus florida*, *Ilex cassine*, *Ilex glabra*, *Ilex opaca*, *Lagerstroemia indica*, *Magnolia grandiflora*, *Quercus geminata*, *Q. laevis*, *Q. myrtifolia*, *Q. virginiana*, *Podocarpus* spp., *Vaccinium arboreum*, *Taxodium distichum*, *T. ascendens*. Bekräftar Canham et al (2001) om korrelationen mellan stamstorlek och känslighet.

9. Helen Sirensjö (2014)

En litteraturöversikt av arters känslighet och tolerans för marksalt och luftsalt, samt relaterade anpassningar och effekter. Ett urval av toleranta arter mot mark/luft-salt: *Acer platanoides*, *Betula alleghaniensis*, *Fraxinus americana*, *Ginkgo biloba*, *Juglans nigra*, *Magnolia grandiflora*, *Pinus mugo*, *Quercus alba*, *Robinia pseudoacacia*.

10. Sjöman & Slagstedt (2015a)

Författarna samlar kunskap om aspekter som påverkar träd i urbana miljöer. De belyser hur kunskap om succession, resursutnyttjande och resursbegränsningar, trädens egenskaper och strategier på släktnivå och individnivå, störningar (som begränsade resurser och föroreningar) påverkar trädens framgång i urban miljö ur ett hållbarhetsperspektiv. Utifrån beskrivna typsituationer i staden som växtplats ska växtvalet underlättas.

11. Foran et al (2015)

Förmågan att hantera ett stormscenario i Cambridge, USA bedöms utifrån en litteraturöversikt om arters motstånd till vind, salt och vatten i kombination. Arter med medel/hög-tolerans: *Thuja* spp., *Fraxinus americana*, *Malus* spp., *Ulmus* spp., *Gleditsia triacanthos*, *Acer campestre*, *Quercus rubra*, *Sophora japonica*.

12. Roloff et al (2018)

Utifrån urbana gatumiljöer i Beijing, Kina och publicerade rapporter bedöms arters relevans för framtida europeiska förhållanden, med fokus på arter lämpade för värme och torka, men innehåller information om känslighet mot stående vatten och vägsalt. Följande arter anses vara toleranta: *Acer truncatum*, *Celtis bungeana*, *C. sinensis*, *Cornus walterei*, *Eucommia ulmoides*, *Fraxinus chinensis*, *Populus laurifolia*, *P. tomentosa*, *Quercus acutissima*, *Q. mongolica*, *Tilia mandshurica*, *Ulmus laciniata*, *U. macrocarpa*.

13. Gardiner (2021)

En översikt av 50 års forskning om vindskador på träd. Träd som anses vara resilianta: *Pinus sylvestris*, *P. pinaster*, *Picea sitchensis*, *Larix decidua*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Q. petraea*. Sårbara faktorer är stamdiameter, höjd och avstånd mellan träd. Konstaterar att den påstådda överlägsenheten hos angiospermer snarare beror på markstrukturer som begränsar rotbildningen hos gymnospermer och leder till rotröta. Även bladfällning är en vindavlastande faktor.

14. Sjöman et al (2021)

Två-åriga *Alnus subcordata* utsattes för översvämning i 63 dagar och påvisade hög funktionalitet med bibehållen vattenpotential. Författarna tror att

höjdtillväxten begränsades till förmån för utvecklingen av adventivrötter, en egenskap som är särskilt kännetecknande för översvämningstoleranta arter (se Anpassningar 4.2). Den är dock extremt torkkänslig och lämpar sig därför inte som urbant träd i hårdgjorda miljöer utan bör planeras och planteras för dagvattenhantering och blöta ståndorter. Frånvaron av ytterligare forskning om *A. subcordata* gör att sådan planering måste ta eventuell invasivitet i åtanke.

15. Zhang et al (2021)

Översikt som sammanfattar kunskapen kring mekanismerna bakom salttolerans. Medeltoleranta till toleranta arter: *Eleagnus angustifolia*, *Populus euphratica*, *Gleditsia sinensis*, *Robinia pseudoacacia*, *Taxodium mucronatum*, *Rhus typhina*, *Olea europaea*, *Fraxinus chinensis*, *Ulmus pumila*, *Gleditsia sinensis*, *Toona sinensis*, *Morus alba*, *Morus indica*, *Catalpa bungei*, *Koelreuteria paniculata*, *Ginkgo biloba*, *Quercus rubra*.

16. Dmuchowski et al (2022)

Genom att mäta den kemiska sammansättningen i bladen, jonbalansen samt polyprenolproduktion undersöker författarna hur följande arter hanterar saltstress i stadsmiljö: *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Ginkgo biloba*, *Gleditsia triacanthos*, *Platanus x hispanica*, *Quercus rubra*, *Tilia xeuchlora*, *Robinia pseudoacacia*. Av särskilt intresse var polyprenolproduktionen, där *R. pseudoacacia*, *Q. rubra* och *P x hispanica* hade lägst värden medan *G. biloba* och *G. triacanthos* hade högst. Värden korrelerade inte med tolerans. Mest toleranta: *Q. rubra*, *R. pseudoacacia*, *A. campestre*. Medeltoleranta: *Platanus x hispanica*, *G. biloba*.

17. Fox & Koci (2022)

Översikt sammanställd av Virginia Tech forskningsuniversitet där författarna samlar information om saltskador, deras orsaker och möjliga åtgärder. Översikten baseras på myndighetsdokument och digitala atlaser. Delar in toleransen gällande marksalt eller luftsalt.

18. Frigerio et al (2023)

Med DNA-markörer för skugga, torka och översvämning analyserar författarna DNA hos 36 olika arter som klassificeras enligt 5–1 (hög till låg tolerans). Urvalet ligger till grund för en ny urban skog i norra Italien som ska kunna möta framtidens klimat. Få arter visar sig ha översvämningstolerans med denna metod: *S. alba* (>4), *A. glutinosa*, *P. nigra*, *P. padus* (3–4). *F. angustifolia*, *F. excelsior*, *P. sylvestris*, *F. ornus*, *Ulmus minor* (2–3). Detta beror på att DNA-analysen inte framgångsrikt kunde särskilja på vissa arter som fick uteslutas.

19. Carol-Aristizabal et al (2023)

Översikt baserad på städers trädinventeringar och forskares samt experters enkätsvar om trädets tolerans för flera stressfaktorer i nordöstra USA. Ingen art hade flera toleranser. Vindtolerans: *Juglans nigra*, *Quercus* spp.: *Quercus alba*, *Q. rubra*, *Q. palustris*. Salttolerans: *Fraxinus pennsylvanica*, *Gleditsia triacanthos*, *Celtis occidentalis*, *Gymnocladus dioica*. Forskare och experter höll inte med varandra, endast arter med konsensus uppges.

20. Levinsson et al (2024)

Magnolia x loebneri, *Tilia tomentosa*, *Sorbus torminalis*, *Cercidiphyllum japonicum*, *Rhamnus cathartica*, *Fraxinus ornus*, *Quercus palustris*, *Acer saccharinum*, *Fraxinus pennsylvanica* undersöks för översvämningstolerans i 2, 5 och 71 dagar. Ingen ålder specificeras, plantorna var 60–100 cm höga. Transpirationsförmåga och vattenpotential mäts. Resultatet visar att de mest toleranta var: *Magnolia x loebneri*, *Rhamnus cathartica*, *Quercus palustris*, *Acer saccharinum*, *Fraxinus pennsylvanica*. Medeltolerans: *Tilia tomentosa*, *Fraxinus ornus*.

21. Kaur et al (2024)

Genom en litteraturoversikt i kombination med GIS-modellering tar författarna fram en lista på 44 lämpliga arter för ett framtida New York med prognostiserad översvämning. Exempel på arter med hög tolerans nämns *Gleditsia triacanthos*, *Quercus phellos* och *Pinus nigra*. Medeltolerans: *Liquidambar styraciflua*, *Styphnolobium japonicum* och *Zelkova serrata*. Författarna använder marksalt och saltöversvämning utbytbart och det är inte heller tydligt i deras avgränsningar eller resultat vad exakt toleransen syftar på. *Q. palustris* hade låg tolerans i denna studie, och skiljer sig från Levinsson et al (2024) vars experiment påvisade hög tolerans.

22. Yanhong et al (2025)

Studien jämför vedartade och örtartade växters responser till kombinationen salt och översvämning utifrån en litteraturoversikt baserad på experimentella studier. Ålder på växterna i samtliga studier är noterad. Toleranta: *Elaeagnus angustifolia*, *Taxodium distichum*, *Tamarix africana*, *Salix nigra*, *Quercus robur*, *Pinus taeda*, *Populus euphratica*, *Populus deltoides*.

23. Liu et al (2021)

Hållbarheten hos trädbeståndet i Shanghai bedöms utifrån tolerans för framtida riskfaktorer (torka, översvämning, salt, vind, pest/sjukdomar). Både litteratur och egna data om bladens turgorförlust samt marksaltvärden används. Tempererade arter hade högre översvämningstolerans än subtropiska. Av 65 granskade arter hade 8 tolerans mot samtliga undersökta faktorer. 7 arter var vindtoleranta, 13 arter var tork- och översvämningstoleranta.

4.2 Anpassningar

Träd utsätts för både biotisk och abiotisk stress under sin livstid. Till de abiotiska räknas ljusbrist, torka, översvämning, temperaturextremer, låg markbördighet, salt, vind och eld som de viktigaste. Bland de biotiska är de största påfrestningarna orsakade av olika slags skadegörare, konkurrensen mellan växter och mänsklig påverkan (Kozlowski et al 1991). Uppsatsen omfattar abiotisk stress orsakad av salt, vind och översvämning och behandlar inledningsvis trädens olika anpassningar för att hantera dessa.

4.2.1 Översvämningstolerans

Översvämningar i naturen är orsakade av regn eller snösmältning. Vilka effekterna av översvämningen blir beror på markstrukturen, volymen vatten, när på säsongen översvämningen sker, i vilket djup som träden står och hur länge samt hur gamla träden är (Sjöman & Slagstedt 2015a). Eftersom träd är aeroba organismer och beroende av syre (O_2) för sin respiration kommer dem lida av syrebrist när marken är vattenmättad (Kozlowski et al 1991). Tillståndet definieras som *anoxia* vid total frånvaro av O_2 , och *hypoxia* vid låg men inte noll närvaro av O_2 i växter, djur och miljö (Gibbs & Greenway 2003). Under sådana förhållanden blir fotosyntesen nedsatt, fermentering för ATP-produktion tar vid och toxiska ämnen kan ackumuleras i rötterna. (Visser et al. 1996, Wegner 2010) Träd som inte är anpassade för översvämning kommer få sämre förankring samtidigt som rötterna inte klarar av att försörja trädet med näring och vatten. Trädets tillväxt och vitalitet påverkas med potentiellt förödande konsekvenser (Sjöman & Slagstedt 2015a). Även träd som anses vara toleranta kan inte hantera översvämning under längre än 40% av tillväxtperioden/år (Frye & Grosse 1992).

Anpassningar:

- Etylen är ett ämne som ansamlas i rhizosfären, triggat av hypoxia eller anoxia. Hos våtmarksväxter är etylen ansvarig för åtminstone två inducerade responser: skott-elongering och formeringen av utökade vägar för gastransport, så kallade *aerenchyma* (Visser et al. 1996). *Aerenchyma* är utökade, gasfyllda hålrum som kan försörja rötterna med tillräckligt med syre för respirationen (Wegner 2010).
- *Aerenchyma* är en förutsättning för att trädet ska kunna utveckla adventiva rotsystem högre upp på stammen. (Wegner 2010) Adventiva rotsystem formas på den översvämmande delen av stam och rötter, det gamla rotsystemet dör av. (Kozlowski 1984). Arter: *Salix* spp. *Populus* spp. *Alnus* spp. (Glenz et al 2006). *Fraxinus pennsylvanica*, *Ulmus americana*, *Platanus occidentalis* (Kozlowski 1984).
- Utvecklar förstörade lenticeller på stammen som luftande organ. Förutom att hjälpa träden andas fungerar de även som vägar ut för toxiska gaser

under anaeroba förhållanden. (Mugnai & Mancuso 2010, Glenz et al 2006) Lenticellerna möjliggör “pressurized gas transport”: där lufttryck i stammens intracellulära rum orsakar gasflöde ner till rötterna. Arter: *Salix* spp., *Populus* spp. (Glenz et al 2006), *Alnus incana*, *A. glutinosa*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Taxodium distichum* (Frye & Grosse 1992).

- Skjuter rot-stubbskott: en återhämtningsstrategi från skador av längre översvämning som är möjlig då arterna har kolhydratlager i stambas och rotsystem (Sjöman & Slagstedt 2015a). Arter: *Ulmus americana*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Platanus occidentalis* (ibid.).

4.2.2 Vindtolerans

Vindens påverkan på träd har studerats på både blad och vedartad vävnad. Flera författare konstaterar att det inte finns en isolerad faktor som kan förklara alla observerade responser, varför forskningen ofta utgår från enskilda arter (Sjöman & Slagstedt 2015a, Zhu et al 2004, Gardiner 2021). Vanliga parametrar som används för att kvantifiera vindskador på träd är skador på stam, grenar och kronan, mortalitet och förändringar i volym/massa (Everham & Brokaw 1996). Biotiska faktorer som påverkar hur allvarliga vindskadorna blir är stamstorlek, beståndsfaktorer (som jämna/blandade åldrar, homogena eller artrika bestånd), skillnader arter emellan och patogener. Abiotiska faktorer som påverkar vindskadors omfattning är vindens intensitet, timing och tillhörande nederbörd samt topografiska faktorer, markförhållanden och störningshistoria (ibid.). Som dynamiska organismer har träd i vindutsatta miljöer förmågan att anpassa sig till sin lokala vindmiljö och nedan redogörs för olika strategier för att hantera vindstress.

Anpassningar:

- Investerar i sekundär tillväxt av gren och stam som gör att de kan stå emot hårda vindar bättre. (Zhu et al 2004) Vindrörelser triggar produktionen av växthormonet eten som hämmar cellsträckning i stammen (höjdtillväxt) men stimulerar tjocklekstillväxt av stam och grenar. Dessa träd blir naturligt kortare (Sjöman et al 2015) men grenarnas diameter är i regel större, stam och grenmaterialet är mer flexibelt (Gardiner et al 2016).
- Utnyttjande av rörelseenergin för att med rötterna förankra sig djupare i marken. Bara möjligt i djupare marker som inte har stående grundvatten (Gardiner et al 2016, Sjöman & Slagstedt 2015a).
- När det blåser regelbundet skadas knoppar och skott av partiklar som vinden bär med sig och trädet formar en utdragen krona på läsidan av stammen som ser ut som en flagga. Tillväxten prioriteras på den skyddade sidan (Gardiner et al 2016, Sjöman & Slagstedt 2015a).

- Vindexponerade barr innehåller högre proportioner kollenkymer (levande celler) och sklenerklymer (lignifierade celler) som gör barren motståndskraftiga mot både frost och herbivorer (Zhu et al 2004).
- Barren är kortare och bladen ofta mindre än hos träd av samma arter som inte växer i vindexponerade lägen. Exponerade lövträd kan utveckla en mindre mängd blad som anpassning, som fasthålls med tunnare och mer flexibla petioler (Gardiner et al 2016).
- Utvecklar vaxlager, hos barrträd blåsilvriga. Dessa träd återfinns i högre bergsterräng, den skyddande kutikulan är ett extra skydd. Hos nya skott som inte hunnit utveckla kutikula finns i stället täta småhår (Sjöman et al 2015).

4.2.3 Salttolerans

Generellt används ca. 2 miljarder kg salt årligen för att salta Malmös gator (Carup 2025). Saltet som sprids hamnar ofta någon annanstans, studier visar att saltet kan deponeras 2–40 m längre bort, beroende på gatans topografi och hur vinden blåser. (Blomquist & Johansson 1999). Enligt Sieghardt et al (2005) verkar salttoleransen hos träd vara direkt relaterad till halten av Na- och Cl-intaget samt hur mycket salt växten kan assimilera. Växter har en naturlig preferens för Cl- på grund av aktiva anjonkanaler för upptag. Cl- är ett essentiellt mikronäringsämne och Na⁺ ett mineralnäringsämne för vissa C4-arter (ibid.). Markförhållanden med för höga salthalter kommer dock påverka rötternas vattenpotential genom att begränsa trädets förmåga att absorbera vatten och därmed orsaka osmotisk stress (Zhang et al 2021). Under sådana förhållanden sker omvänd osmos: vatten kommer dras ut från rötterna i sitt sökande efter jämvikt i marklösningen. (Sjöman et al. 2015) Salt som absorberas med rötterna kommer transporteras till skott och ackumuleras i blad. Detta orsakar obalans i cellen och leder så småningom till jonförgiftning. Saltstress inhiberar tillväxt och differentiering av trädets vävnader och organ (Zhang et al 2021).

Sirensjö (2014) påpekar att saltresponser skiljer sig beroende på saltets väg, via marken eller bladen (enligt Sieghardt et al 2005). Vid närmare studier kring sökandet efter anpassningar verkar dock detta snarare betyda att symptombildningen skiljer sig. Saltspray på bladen leder till nekros hos barrväxter medan lövträd som ofta är nakna under vintern påverkas genom att saltskadade knoppar sedan inte öppnar sig. Hos träd med blad börjar symptomen med bladbränna, följt av nekros och ihoprullade blad. Nekrosen sprider sig till vävnaden mellan ledningsvävnaden (floemet) och leder så småningom till bladfällning och eventuellt till att kronan dör (Sieghardt et al. 2005: 306). För träd som under evolutionens gång anpassat sig till salta ståndorter utgör halofyter praktexemplet. De har glandler eller blåsor för saltutsöndring, selektiv absorption

via rötterna och lagring av saltjoner i vakuoler som anpassningar. Glykofyter, övriga salt-toleranta arter, saknar sådana organ men har utvecklat andra anpassningar som redogörs för nedan (Zhang et al. 2021). Förmågan att ackumulera joner skiljer sig mycket mellan arter. Generellt verkar arter som kommer från varma och torra klimat vara mer salt- och torktoleranta (Sieghardt et al 2005).

Anpassningar för saltstress:

- Växter anpassar sig till salt genom att hantera eller undvika salt (Kozłowski 1997). Dmuchowski et al (2022) tillägger att motståndskraft är en tredje strategi som eventuellt kan vara en effekt av kombinationen tolerans och undvikande.
- En toleransstrategi sker med osmotisk justering. Detta innebär att joner tas upp från marklösningen och lagras i vakuoler eller att det sker en syntes av kompatibla lösta ämnen i cytoplasman (Zhang et al. 2021).
- Undvikandestrategier handlar om hur växten bearbetar salt: 1) genom passiv uteslutning, 2) aktivt utsöndrande eller 3) genom saltutspädning i växten (Kozłowski 1997). Arter med låg känslighet som *Q. rubra*, *R. pseudoacacia*, *G. triacanthos* och *A. campestre* blockerar upptag av Cl och Na till bladen (1). Medelkänsliga arter som *P. x hispanica* blockerar båda joner från upptag medan *G. biloba* (3) enligt studier kan hålla höga nivåer av båda i bladen utan symptombildning och syntetisera stora mängder polyfenoler, en typ av sekundära metaboliter som begränsar mängden salt från bladupptag. Strategi (2) har *Populus trichocarpa* (Dmuchowski et al. 2022).
- Initiering av antixodativa enzymer och hormoner (ibid.).
- Ekto-mykorrhiza har en stöddämpande effekt på saltpåverkan (ibid.).
- Sjöman et al (2015) nämner vaxlika knoppfjäll hos barrväxter som *Thuja plicata*, *Sequoia sempervirens* som en anpassning för luftsalt och rekommenderar arter med sent bladutslag.

Anpassningar för saltvattenöversvämning:

- Kozłowski (1997) argumenterar för att kombinationen av stressfaktorer gör mer skada än varje stress för sig. I sin översikt konstaterar han att översvämning med saltvatten inhiberar skotttillväxten mer än rottillväxten, i jämförelse med sötvattenöversvämning.
- Översikten utförd av Yanhong et al (2025) redogör för vedartade växters anpassningar under tillstånd av saltvattenöversvämning:
 - Jonreglering för bibehållen cellbalans, kan ta tre vägar: blockering av jontransport från rot till skott, utsöndring eller kompartmentalisering av joner i cellen.

- Utveckling av aerenchyma och adventivrötter samt barriärer i rotcellerna som selekterar för vatten och näring över salt.
- Ackumulering av lösliga sockerarter, organiska syror och proteiner för att upprätthålla energibehov.
- Djup rotutveckling för tillgång till mindre salt grundvatten.
- Aktivering av anti-oxidantsystem för att mildra oxidativa skador.

4.3 Städernas trädstrategier

4.3.1 Malmö

Malmö Stad har en ambitiös trädvision: ”En omfattande plantering av träd ska ske i gaturummen. Genom att förlägga ledningar i kulvert kan utrymme för trädplantering maximeras. Vid planläggning i nya och befintliga stadsmiljöer ska plats ges för stora träd. Variation i trädval kan ge gator olika identitet” (Malmö stad 2019). I stadens trädrapport konstateras det att både inhemska och exotiska arter behövs i ett framtida Malmö, för att bevara kulturhistoriska värden såväl som för att möta klimatförändringar (Malmö stad 2025). De mest förekommande arterna bland totalt 1604 planterade träd under 2023 listas (ibid.) och 10-i-topplistan utgörs av:

1. *Pinus nigra*, svarttall (133 st)
2. *Sorbus intermedia*, oxel (93 st)
3. *Quercus robur*, skogsek (62 st)
4. *Pyrus calleryana*, kinapäron (52 st)
5. *Gleditsia triacanthos*, korstörne (49 st)
6. *Fagus sylvatica*, bok (48 st)
7. *Carpinus betulus*, avenbok (47 st)
8. *Quercus petraea*, bergek (43 st)
9. *Quercus frainetto*, ungersk ek (40 st)
10. *Taxus baccata*, idegran (39 st)

Dessa utgör tillsammans 37,8% av det planterade beståndet, resterande 62,2% utgörs av andra arter, där sammansättningen inte framgår (Malmö stad 2025). I stadens tekniska handbok listas arter som rekommenderas för hårdgjord yta och olika ståndorter med markfukt på en 12-gradig skala från mycket blöt (1) till mycket torr (12) (Svensson 2023). I artsammanställningen (4.4) listas alla arter som enligt denna handbok rekommenderas för en ståndort med markfukt 1–3 (“occasionally saturated or very wet soil”) och som är tillåtna att planteras i liten till stor mängd i Malmö (ibid.). Arterna från Malmös trädstrategi markeras med bokstaven A (se kompletterande databas-fil).

4.3.2 Amsterdam

Nederländerna är särskilt översvämningsdrabbade, eftersom stora delar av landet ligger under havsnivån redan i nuläget (Kudo 2018, Hasslebäck 2020). Amsterdam är en av de storstäder som löper hög risk för översvämning och förlust av stora värden vid höjning av havsnivån (C40 Cities 2026). Med sina många kanaler är vatten något som är ständigt närvarande i Amsterdam, och översvämningar kan drabba staden från flera håll; från Nordsjön, floden Lek, insjön Markemeer samt det regionala vattensystemet (Gemeente Amsterdam u.å.-a). Många åtgärder har vidtagits för att hantera riskerna, och kan behöva utvecklas och förstärkas ytterligare mot mer extrema väderhändelser (ibid.).

En del av den gröna visionen för Amsterdam 2050 är att plantera träd varhelst det är möjligt och eftersträvansvärt, som kan växa sig stora och bli gamla (City of Amsterdam 2020). Det finns redan idag fler träd än invånare i staden (Gemeente Amsterdam u.å.-b). Stadens trädstrategi innehåller ett antal arter med hög till medelhög översvämningstolerans, lämpade för mycket våt jord och dagvattenhantering (Gemeente Amsterdam 2024). Arterna i denna kategori listas i sammanställningen, och markeras med bokstaven B (se kompletterande databasfil). Handboken innehåller många sorter med nederländska namn, som förmodligen är framtagna lokalt för att klara förutsättningarna. Det innebär att sorterna kanske inte är tillgängliga här, men har en resiliens som gör att de kan vara intressanta att överväga inför framtiden.

4.3.3 London

London har uppskattningsvis 8,4 miljoner träd och är en av världens mest trädtäta städer (Mayor of London u.å.). Krontäckningen är så mycket som 21% (Urban Forest Plan 2025). Stadens plan för den urbana skogen innehåller bland annat målet att öka resiliensen hos stadens trädbestånd genom olika insatser, till exempel att utveckla och sprida listor med trädarter som rekommenderas för både nuvarande och framtida klimat (ibid.).

Devisen är som för många andra “rätt träd på rätt plats” (ibid.) och till sin hjälp har man i nuläget bland annat Hiron & Sjömans (2018) *Tree Species Selection for Green Infrastructure: A Guide for Specifiers* med tillhörande sökbar artlista (som är under uppdatering, Sjöman 2026 - via mejl) (Urban Resilience Project 2024, Urban Forest Plan 2025). Till artsammanställningen filtrerades på arter med följande egenskaper: medeltolerans till tolerans mot översvämning, användbara för dagvattenhantering, för kustnära lägen tack vare tolerans mot luftsalt och blåst, samt träd med viss tolerans mot salt i rotmiljön. Arterna från Londons trädstrategi markeras med bokstaven C (se kompletterande databasfil).

4.3.4 New York

New York har specifika riktlinjer för “design och planering för resiliens vid översvämning”, där man konstaterar att några av de största hoten mot växtligheten vid stormar och översvämning är saltstänk och stående vatten med syrebrist för rötterna som följd (NYC parks). Arter som planteras i översvämningshotade områden bör vara toleranta mot salt, tillfälligt höga vattenstånd och sediment som också annars kan kväva rötterna (ibid.). Man har en bred inhemsk flora av kustnära ekosystem, med arter som är anpassade för de tuffa förutsättningarna. Vad gäller trädval tittar man på maritima skogar, som är ett senare stadium i successionen efter maritima busklandskap, och rekommenderar att man väljer från denna artpool som är naturligt rustad mot störningar i form av återkommande översvämning av saltvatten, saltstänk samt hårda vindar, som också för med sig salt (stresstrateger) (ibid.). I listan över rekommenderade arter har vi filtrerat efter medeltolerans till tolerans mot salt, tolerans mot blöta ståndorter, samt vindtålighet. Arterna från New Yorks trädstrategi markeras med bokstaven D (se kompletterande databas-fil).

4.4 Artsammanställning

Litteraturstudien samt genomgången av städernas trädstrategier genererade en lista med 313 arter med dokumenterad tolerans mot en eller flera av stressfaktorerna salt, vind och översvämning. För fullständig lista, se fliken Resultat – Litteraturstudie i kompletterande databas-fil. Efter att arter med tolerans mot endast en stressfaktor sällats bort återstod arterna nedan, som är listade tillsammans med sin tolerans för översvämning (Ö), salt (S) och vind (V). Vissa verkar sakna svenskt trivialnamn, åtminstone har ingen tillförlitlig källa kunnat hittas inom tidsramen för arbetet. För dessa arter anges “ingen uppgift”.

Tabell 1. Sammanställning över arter med tolerans mot fler än en stressfaktor

Latinskt namn	Svenskt namn	Växtfamilj	Ö	S	V
<i>Acer buergerianum</i>	Trident lönn	<i>Sapindaceae</i>	x	x	x
<i>Acer campestre</i>	Naverlönn	<i>Sapindaceae</i>	x	x	x
<i>Acer cappadocium</i>	Turkisk lönn	<i>Sapindaceae</i>	x	x	
<i>Acer platanoides</i>	Skogslönn	<i>Sapindaceae</i>	x	x	x
<i>Acer rubrum</i>	Rödlönn	<i>Sapindaceae</i>	x	x	x
<i>Acer x freemanii</i>	Freemanlönn	<i>Sapindaceae</i>	x	x	
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Hästkastanj	<i>Sapindaceae</i>	x	x	x
<i>Alnus cordata</i>	Italiensk al	<i>Betulaceae</i>	x	x	x
<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal	<i>Betulaceae</i>	x	x	
<i>Alnus incana</i>	Gråal	<i>Betulaceae</i>	x	x	x
<i>Alnus x spaethii</i>	Berliner al	<i>Betulaceae</i>	x	x	x
<i>Amelanchier arborea</i>	Storblommig häggmispel	<i>Rosaceae</i>	x	x	x
<i>Amelanchier canadensis</i>	Kanadensisk häggmispel	<i>Rosaceae</i>		x	x
<i>Amelanchier laevis</i>	Kopparhäggmispel	<i>Rosaceae</i>	x	x	x
<i>Betula alleghaniensis</i>	Gulbjörk	<i>Betulaceae</i>		x	x
<i>Betula nigra</i>	Flodbjörk	<i>Betulaceae</i>	x	x	x
<i>Betula pendula</i>	Vårtbjörk	<i>Betulaceae</i>		x	x
<i>Betula populifolia</i>	Poppelbjörk	<i>Betulaceae</i>		x	x
<i>Carpinus betulus</i>	Avenbok	<i>Betulaceae</i>		x	x

<i>Catalpa speciosa</i>	Praktkatalpa	<i>Bignoniaceae</i>	x	x	
<i>Celtis bungeana</i>	Ingen uppgift	<i>Cannabaceae</i>	x	x	
<i>Celtis occidentalis</i>	Bäralm	<i>Cannabaceae</i>	x	x	x
<i>Celtis sinensis</i>	Kinesisk bäralm	<i>Cannabaceae</i>	x	x	x
<i>Cercis canadensis</i>	Amerikanskt judasträd	<i>Fabaceae</i>		x	x
<i>Cornus mas</i>	Körsbärskornell	<i>Cornaceae</i>		x	x
<i>Cornus walteri</i>	Walterkornell	<i>Cornaceae</i>	x	x	
<i>Crataegus crus-galli</i>	Sporrhagtorn	<i>Rosaceae</i>	x	x	x
<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn	<i>Rosaceae</i>	x	x	x
<i>Crataegus x lavalleyi</i>	Glanshagtorn	<i>Rosaceae</i>		x	x
<i>Crataegus x persimilis</i>	Sylhagtorn	<i>Rosaceae</i>	x	x	
<i>Diospyros virginiana</i>	Amerikansk persimon	<i>Ebenaceae</i>		x	x
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Smalbladig silverbuske	<i>Elaeagnaceae</i>	x	x	x
<i>Eucommia ulmoides</i>	Kinesiskt gummiträd	<i>Eucommiaceae</i>	x	x	
<i>Fraxinus americana</i>	Vitask	<i>Oleaceae</i>	x	x	x
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Smalbladig ask	<i>Oleaceae</i>	x	x	x
<i>Fraxinus chinensis</i>	Kinesisk ask	<i>Oleaceae</i>	x	x	x
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask	<i>Oleaceae</i>	x	x	x
<i>Fraxinus ornus</i>	Mannaask	<i>Oleaceae</i>	x	x	x
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Rödask	<i>Oleaceae</i>	x	x	x
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	<i>Ginkgoaceae</i>	x	x	x
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Korstörne	<i>Fabaceae</i>	x	x	x
<i>Ilex opaca</i>	Amerikansk järnek	<i>Aquifoliaceae</i>		x	x
<i>Juglans nigra</i>	Svart valnöt	<i>Juglandaceae</i>	x	x	x
<i>Juniperus chinensis</i>	Kinesisk en	<i>Cupressaceae</i>		x	x
<i>Juniperus communis</i>	En	<i>Cupressaceae</i>		x	x
<i>Juniperus virginiana</i>	Blyertsen	<i>Cupressaceae</i>		x	x
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Kinesträd	<i>Sapindaceae</i>	x	x	x

<i>Lagerstroemia indica</i>	Lagerströmia	<i>Lythraceae</i>		x	x
<i>Larix decidua</i>	Lärk	<i>Pinaceae</i>		x	x
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Ambraträd	<i>Altingiaceae</i>	x	x	x
<i>Magnolia grandiflora</i>	Kungsmagnolia	<i>Magnoliaceae</i>		x	x
<i>Magnolia virginiana</i>	Virginiamagnolia	<i>Magnoliaceae</i>	x	x	x
<i>Malus spp.</i>	Apelsläktet	<i>Rosaceae</i>		x	x
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	Kinesisk sekvoja	<i>Cupressaceae</i>	x	x	x
<i>Morus alba</i>	Vitt mullbär	<i>Moraceae</i>	x	x	
<i>Nyssa sylvatica</i>	Nyssa	<i>Cornaceae</i>	x	x	x
<i>Picea glauca</i>	Vitgran	<i>Pinaceae</i>		x	x
<i>Picea sitchensis</i>	Sitkagran	<i>Pinaceae</i>		x	x
<i>Pinus contorta var. contorta</i>	Contortatall	<i>Pinaceae</i>	x	x	
<i>Pinus elliotii</i>	Ingen uppgift	<i>Pinaceae</i>	x	x	
<i>Pinus mugo</i>	Bergtall	<i>Pinaceae</i>	x	x	
<i>Pinus nigra</i>	Svarttall	<i>Pinaceae</i>		x	x
<i>Pinus palustris</i>	Långbarrig tall	<i>Pinaceae</i>		x	x
<i>Pinus parviflora</i>	Silvertall	<i>Pinaceae</i>		x	x
<i>Pinus rigida</i>	Styvbarrig tall	<i>Pinaceae</i>		x	x
<i>Pinus sylvestris</i>	Tall	<i>Pinaceae</i>	x	x	x
<i>Pinus taeda</i>	Loblollytall	<i>Pinaceae</i>	x	x	
<i>Pinus thunbergii</i>	Japansk svart tall	<i>Pinaceae</i>		x	x
<i>Platanus x hispanica</i>	Platan	<i>Platanaceae</i>	x	x	x
<i>Populus alba</i>	Silverpoppel	<i>Salicaceae</i>	x	x	x
<i>Populus euphratica</i>	Ingen uppgift	<i>Salicaceae</i>	x	x	
<i>Populus grandidentata</i>	Stortandad asp	<i>Salicaceae</i>		x	x
<i>Populus laurifolia</i>	Lagerpoppel	<i>Salicaceae</i>	x	x	
<i>Populus nigra</i>	Svartpoppel	<i>Salicaceae</i>	x	x	x
<i>Populus x canescens</i>	Gråpoppel	<i>Salicaceae</i>	x	x	x

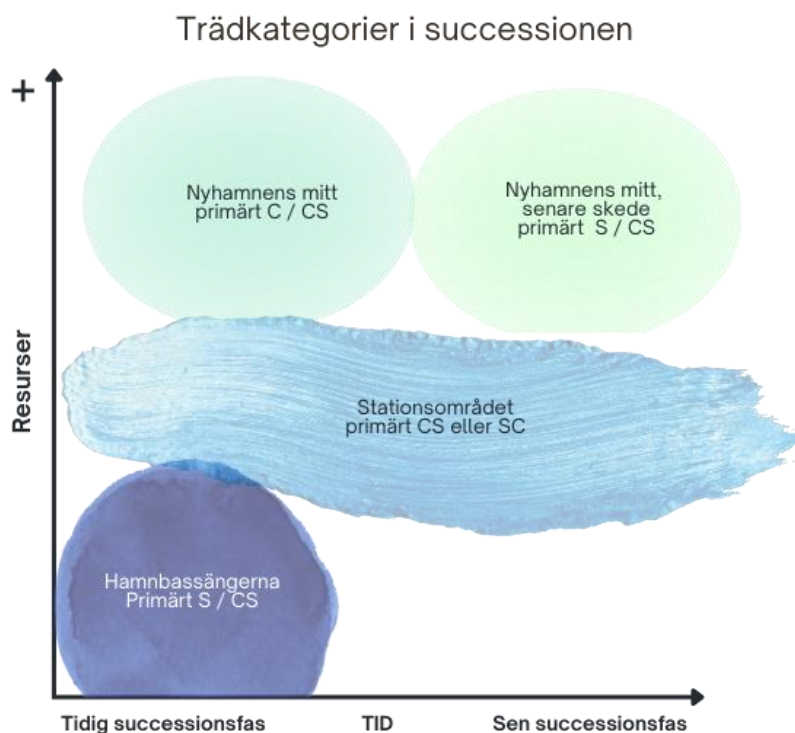
<i>Populus x tomentosa</i>	Ingen uppgift	<i>Salicaceae</i>	x	x	
<i>Prunus maritima</i>	Strandplommon	<i>Rosaceae</i>		x	x
<i>Prunus sargentii</i>	Bergkörsbär	<i>Rosaceae</i>	x	x	x
<i>Prunus x cistena</i>	Svartplommon	<i>Rosaceae</i>		x	x
<i>Pterocarya stenoptera</i>	Kinesisk vingnöt	<i>Juglandaceae</i>	x	x	x
<i>Quercus acutissima</i>	Orientalisk kastanjeek	<i>Fagaceae</i>	x	x	x
<i>Quercus alba</i>	Vitek	<i>Fagaceae</i>		x	x
<i>Quercus bicolor</i>	Strandek	<i>Fagaceae</i>	x	x	x
<i>Quercus cerris</i>	Turkisk ek	<i>Fagaceae</i>		x	x
<i>Quercus imbricaria</i>	Spånek	<i>Fagaceae</i>		x	x
<i>Quercus macrocarpa</i>	Storfruktig ek	<i>Fagaceae</i>		x	x
<i>Quercus mongolica</i>	Mongol-ek	<i>Fagaceae</i>	x	x	
<i>Quercus nigra</i>	Vattenek	<i>Fagaceae</i>	x	x	
<i>Quercus palustris</i>	Kärrek	<i>Fagaceae</i>	x	x	x
<i>Quercus petraea</i>	Bergek	<i>Fagaceae</i>		x	x
<i>Quercus phellos</i>	Pilek	<i>Fagaceae</i>	x	x	x
<i>Quercus robur</i>	Skogsek	<i>Fagaceae</i>	x	x	x
<i>Quercus rubra</i>	Rödek	<i>Fagaceae</i>	x	x	x
<i>Quercus stellata</i>	Stjärnek	<i>Fagaceae</i>		x	x
<i>Quercus texana</i>	Texasek	<i>Fagaceae</i>	x	x	x
<i>Quercus velutina</i>	Färgsek	<i>Fagaceae</i>		x	x
<i>Quercus virginiana</i>	Ingen uppgift	<i>Fagaceae</i>		x	x
<i>Rhus typhina</i>	Rönnsamak	<i>Anacardiaceae</i>	x	x	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia	<i>Fabaceae</i>		x	x
<i>Salix alba</i>	Vitpil	<i>Salicaceae</i>	x	x	x
<i>Salix babylonica</i> syn. <i>S. matsudana</i>	Tårpil	<i>Salicaceae</i>	x	x	x
<i>Salix fragilis</i>	Knäckepil	<i>Salicaceae</i>	x	x	
<i>Salix pentandra</i>	Jolster	<i>Salicaceae</i>	x	x	

<i>Sequoia sempervirens</i>	Sekvoja	<i>Cuppressaceae</i>	x	x	
<i>Sorbus x intermedia</i>	Oxel	<i>Rosaceae</i>		x	x
<i>Styphnolobium japonicum</i>	Pagodträd	<i>Fabaceae</i>	x	x	x
<i>Syringa reticulata</i>	Ligustersyren	<i>Oleaceae</i>		x	x
<i>Tamarix africana</i>	Ingen uppgift	<i>Caryophyllales</i>	x	x	
<i>Tamarix ramosissima</i>	Höstamarisk	<i>Caryophyllales</i>	x	x	
<i>Taxodium ascendens</i>	Ingen uppgift	<i>Cuppressaceae</i>		x	x
<i>Taxodium distichum</i>	Sumpcypress	<i>Cuppressaceae</i>	x	x	x
<i>Tilia mandshurica</i>	Manchurisk silverlind	<i>Malvaceae</i>	x	x	
<i>Ulmus laciniata</i>	Flikalm	<i>Ulmaceae</i>	x	x	
<i>Ulmus macrocarpa</i>	Orientalalm	<i>Ulmaceae</i>	x	x	
<i>Ulmus parvifolia</i>	Kinesisk alm	<i>Ulmaceae</i>	x	x	x
<i>Ulmus pumila</i>	Turkestansk alm	<i>Ulmaceae</i>	x	x	x
<i>Ulmus spp.</i>	Almsläktet	<i>Ulmaceae</i>	x	x	
<i>Zelkova serrata</i>	Japansk zelkova	<i>Ulmaceae</i>	x	x	x

4.5 Typståndorter i Nyhamnen

Vi har som sagt fokuserat på de tre första stegen i urvalsprocessen vid val av stadsträd: *härdighet och friskhet*, *succession* och *tolerans för växtplatsen* (Sjöman & Slagstedt 2015a). Nedan följer en beskrivning av just växtplatsen - de tre typståndorter i Nyhamnen som vi definierat utifrån klimat, antaganden om rotmiljö och eventuella motsvarande förutsättningar i naturen. Trädarterna har utifrån kriterierna i urvalsprocessen kategoriserats i förhållande till ståndort (se figur 5). Antaganden har gjorts utifrån översiktsplanen samt urbana typsituationer med trädplanteringar (Sjöman & Slagstedt 2015a), eftersom stadsdelen ännu inte finns. I beskrivningen av typståndorterna resoneras kort kring var de kan tänkas befinna sig i successionen (om det är pionjära eller sekundära trädarter som är aktuella för plantering), vilken kombination av stressfaktorerna salt, vind och vatten som huvudsakligen förekommer på platsen samt vilka strategier och egenskaper olika trädarter har för att hantera dem.

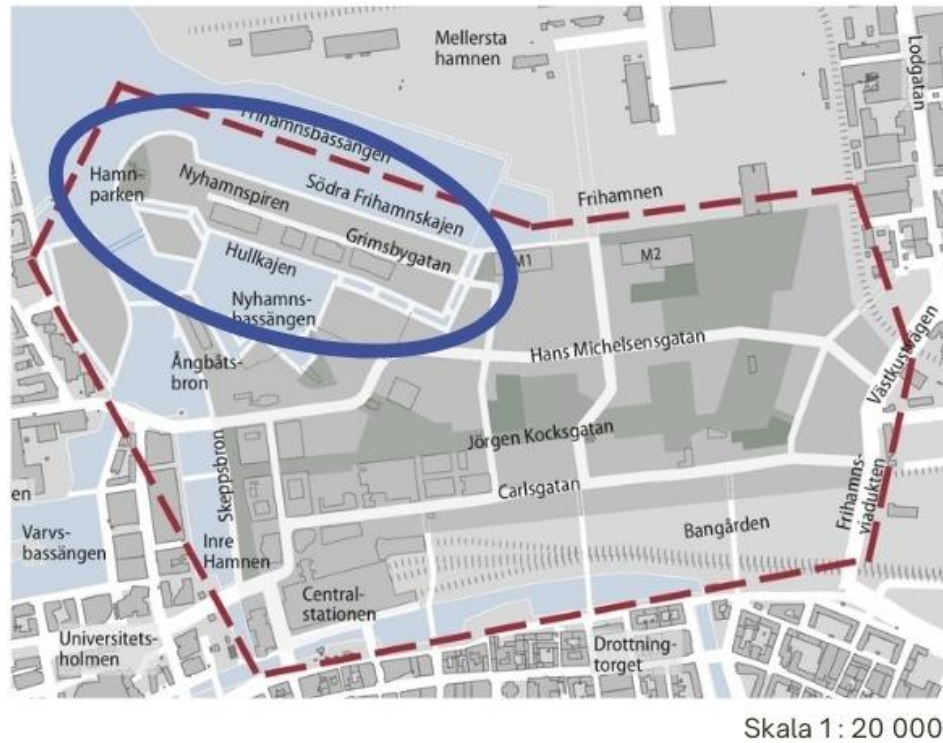
- 1) Hamnbassängerna - arter med tolerans för salt, vind och vatten
- 2) Nyhamnens mitt - arter med tolerans för salt och vatten
- 3) Stationsområdet - arter med tolerans för salt och vind



Figur 5. Träd kategorier i successionen. (Omarbetad efter Sjöman & Slagstedt 2015a.) [figur]

4.6 Typståndort 1 - Hamnbassängerna

Hamnbassängerna



Figur 6. Hamnbassängerna - ungefärlig placering inom planområdet. [Illustrationsplan]. <https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Nyhamnen/Oversiktsplan-for-Nyhamnen.html> [2026-01-20] FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258_opt-ua

Denna växtplats representeras av Hamnbassängerna i översiktsplanen, där man ska plantera arter som naturligt växer i kustnära områden och klarar de förutsättningarna bra (Översiktsplanen, Planeringsriktlinjer Malmö stad). Det omfattar kajer och andra “platsbildningar vid havet” samt den befintliga Hamnparken ytterst på Nyhamnspiren. Kajområdet (Skeppsbron) mellan Centralstationen och Ångbåtsbron ska få en “generös trädplantering”.

Klimatmässigt är dessa platser mycket exponerade för elementen, inklusive stark sol. De skulle översvämmas av havsvatten vid vattennivåer upp till 2,71 m (RH2000) (se bilaga 1, figur 1). Det är ett blåsigt läge med huvudsakligen västliga till sydvästliga vindar >4 m/s (Johansson & Yahia 2018), som också för med sig luftsalt. Marksalt kan även bli en stressfaktor i rotmiljön till följd av grundvatten med förhöjd salthalt. Det är osäkert hur stor jordvolym det handlar om här, men vi antar att den är begränsad. Det skulle i så fall påminna om en typsituation som

trädplantering på betongbjälklag, där jordlagret är tunnare och rotmiljön stundtals mycket blöt så att syrefattiga förhållanden uppstår (Sjöman & Slagstedt 2015a). I naturen antas kajplatserna kunna motsvaras av en “varm berghäll med begränsad jordvolym under ett tidigt skede i successionen” (ibid.), i ett kustnära läge.

Troligtvis är det pionjära till semipionjära arter som är bäst rustade att möta utmaningarna här. Sådana arter har utvecklats för att klara öppna och exponerade ståndorter (Sjöman & Slagstedt 2015a). Dock utvecklar de ofta djupgående rotsystem som anpassning till blåsiga förhållanden där trädet behöver förankring (ibid.), vilket kan bli ett problem om jordvolymerna längs kajerna inte är tillräckligt djupa. Pionjärer är också mer toleranta mot klimatfluktuationer än sekundära (Sjöman & Slagstedt 2015a), vilket ofta är fallet i mer öppna habitat (ibid.). Med tanke på extremerna så är det primärt stress-strateger (S, S/CS), som specialiserat sig på sämre marker som t. ex. blöta miljöer, som har störst chans att tackla förutsättningarna. Med begränsade resurser och växtförhållanden växer de långsammare men är också mycket bättre rustade för dessa mer utmanande miljöer (Sjöman & Slagstedt 2015a).

4.6.1 Trädkategori 1 - Hamnbassängerna

Tabell 2. Trädarter med dokumenterad medeltolerans till tolerans mot **salt, vind** och **översvämning**, samt CSR-klassificering

Latinskt namn	Svenskt namn	Växtfamilj	Strateg (CSR)
<i>Acer buergerianum</i>	Tokylönn	<i>Sapindaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Acer campestre</i>	Naverlönn	<i>Sapindaceae</i>	CSR***, CS****
<i>Acer platanoides</i>	Skogslönn	<i>Sapindaceae</i>	CS/CSR***
<i>Acer rubrum</i>	Rödlönn	<i>Sapindaceae</i>	CSR*, CS****
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Hästkastanj	<i>Sapindaceae</i>	C/CS***
<i>Alnus cordata</i>	Italiensk al	<i>Betulaceae</i>	CS/CSR***
<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal	<i>Betulaceae</i>	S/CS***, CS****
<i>Alnus incana</i>	Gråal	<i>Betulaceae</i>	CS/CSR***
<i>Alnus subcordata</i>	Storbladig al	<i>Betulaceae</i>	
<i>Alnus x spaethii</i>	Berliner al	<i>Betulaceae</i>	CS****
<i>Amelanchier arborea</i>	Stoblommig häggmispel	<i>Rosaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Amelanchier laevis</i>	Kopparhäggmispel	<i>Rosaceae</i>	

<i>Celtis occidentalis</i>	Bäralm	<i>Cannabaceae</i>	CSR*, CS****
<i>Celtis sinensis</i>	Kinesisk bäralm	<i>Cannabaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Crataegus crus-galli</i>	Sporrhagtorn	<i>Rosaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn	<i>Rosaceae</i>	S/CS***
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Smalbladig silverbuske	<i>Elaeagnaceae</i>	S/CS****
<i>Fraxinus americana</i>	Vitask	<i>Oleaceae</i>	CS*, S/CSR***
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Smalbladig ask	<i>Oleaceae</i>	CS***
<i>Fraxinus chinensis</i>	Kinesisk ask	<i>Oleaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask	<i>Oleaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Fraxinus ornus</i>	Mannaask	<i>Oleaceae</i>	CS/CSR***
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	<i>Ginkgoaceae</i>	CS/CSR***
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Korstörne	<i>Fabaceae</i>	C/CSR***, CS****
<i>Juglans nigra</i>	Svart valnöt	<i>Juglandaceae</i>	CS*, C/CS****
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Ambraträd	<i>Altingiaceae</i>	C*, CS****
<i>Magnolia virginiana</i>	Virginiamagnolia	<i>Magnoliaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Metasequoia glytostroboides</i>	Kinesisk sekvoja	<i>Cupressaceae</i>	CS****
<i>Nyssa sylvatica</i>	Nyssa	<i>Cornaceae</i>	S*, S/CS****
<i>Pinus elliottii</i>	Ingen uppgift	<i>Pinaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Pinus sylvestris</i>	Tall	<i>Pinaceae</i>	S*
<i>Platanus x hispanica</i>	Platan	<i>Platanaceae</i>	CS****
<i>Populus alba</i>	Silverpoppel	<i>Salicaceae</i>	CS***, S/CS****
<i>Populus nigra</i>	Svartpoppel	<i>Salicaceae</i>	CS***, S/CS****
<i>Prunus sargentii</i>	Bergkörsbär	<i>Rosaceae</i>	CS****
<i>Pterocarya stenoptera</i>	Kinesisk vingnöt	<i>Juglandaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Quercus acutissima</i>	Orientalisk kastanjeek	<i>Fagaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Quercus bicolor</i>	Strandek	<i>Fagaceae</i>	CS*
<i>Quercus macrocarpa</i>	Storfruktig ek	<i>Fagaceae</i>	CS****

<i>Quercus phellos</i>	Pilek	<i>Fagaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Quercus robur</i>	Skogsek	<i>Fagaceae</i>	S/CS***, CS****
<i>Quercus rubra</i>	Rödek	<i>Fagaceae</i>	CS*, S/CSR***
<i>Quercus texana</i>	Texasek	<i>Fagaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Salix alba</i>	Vitpil	<i>Salicaceae</i>	S/CS***
<i>Salix babylonica</i>	Tårpil	<i>Salicaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Taxodium distichum</i>	Sumpcypress	<i>Cupressaceae</i>	S*, S/CS****
<i>Ulmus parvifolia</i>	Kinesisk alm	<i>Ulmaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Ulmus pumila</i>	Turkestansk alm	<i>Ulmaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Zelkova serrata</i>	Japansk zelkova	<i>Ulmaceae</i>	S/CS****

Källor: * Wonkka et al 2013, ** Sjöman & Slagstedt 2015b, *** Pierce et al 2017, **** Sjöman et al 2025, ingen uppgift: tillförlitlig källa har ej kunnat hittas inom tidsramen för arbetet

Trädarterna som planteras på typståndort 1 – Hamnbassängerna behöver alltså kunna hantera samtliga stressfaktorer - salt, vind och översvämning. I enlighet med kriterierna i urvalsprocessen antas att de bäst lämpade arterna för denna växtplats är pionjära till semipionjära stresstrateger (S, S/CS).

Fraxinus spp. har i vår litteraturöversikt en genomgående stark vindtolerans, vilket även bekräftas av Sjöman & Slagstedt (2015b). Flest studier styrker översvämningståligheten för *Fraxinus americana* (S/CSR), en stresstrateg som kan vara smart att ha i denna utmanande ståndort, då den satsar på lång sikt. Nära släkt med *F. americana* är *F. pennsylvanica*, att den lämpar sig för blöta miljöer kan kopplas till att den i sin naturliga ståndort ofta finns i floddalgångar (ibid.) samt är en av arterna som Amsterdam använder i sin trädstrategi. Den är dessutom extremt salttolerant och hanterar översvämning genom att producera adventivrötter, precis som släktingen *F. americana* (Glenz et al 2006). *F. pennsylvanica* har visat sig kunna absorbera mer näring under blöta förhållanden än under ideala - ett typiskt kännetecken för översvännings-specialisterna enligt Kozlowski (1997).

Nyssa sylvatica (S/CS) är en utpräglad stresstrateg som i sin naturliga ståndort är van vid periodvisa översvämningar (Sjöman & Slagstedt 2015b). Den har hög resistens mot stormar av högre intensitet (<44m/s) (Everham & Brokaw 1996) och är både salt och översvämningstålig (Foran et al 2015) samt är med i både New Yorks och Amsterdams trädstrategier.

Med tanke på popplarnas starka rotsystem är pionjärer som *Populus alba* (S/CS) och *Populus nigra* (S/CS) anpassade för den blåsiggaste ståndorten på Nyhamnen (ibid.) *P. nigra* finns i både Amsterdams och Londons trädstrategier för framtiden. Den har flest studier för översvämningstolerans som den hanterar genom att utveckla adventivrötter och lenticeller och kan utstå både vind och salt väl (Glenz 2006). En nackdel är att den rena arten är ganska känslig för sjukdomar, varför sorter bör väljas (Sjöman & Slagstedt 2015b) *P. alba* utvecklar aerenchyma för att hantera översvämning och blir inte lika stor som *P. nigra*, den rena arten är också känsligare för svampangrepp än sorterna (ibid.).

Semipionjären *Quercus robur* (S/CS) utvecklar både lenticeller och adventivrötter som respons (Glenz 2006). I en studie från 2000 visar Schnull och Thomas att ettåriga *Q. robur* utvecklar rötter även under vatten. Författarna anger detta som förklaring till varför *Q. robur* kan behålla en stor bladmassa trots översvämning. *Quercus rubra* (S/CSR) är enligt Foran et al (2015) ett av de mest resilienta träden mot samtliga undersökta sårbarhetsfaktorer. Enligt Everham & Brokaw (1996) är dock *Q. rubras* vindresistens omstridd, tre olika studier ger tre olika värderingar varav två pekar på medeltolerans, 1 på låg. I vår översikt bedömer två studier arten som vindtolerant (Foran et al 2015, Carol-Aristizabal 2023).

Den stora vinnaren bland stresstrategerna är dock *Taxodium distichum* (S/CS), med många anpassningar för översvämning och brett stöd i översikten. Enligt Kozlowski (1997) inhiberar den både skott- och barrtillväxt och begränsar stomatas funktion för att i stället satsa energin på adventivrötter. Trots den höga jon-ackumuleringen i bladen under salt-översvämning håller den stabila CO₂-nivåer (ibid.) Everham & Brokaw (1996) citerar fem studier som värderar *T. distichum* högt i vindresiliens för stormar av högre intensitet. Tyvärr är det dock osäkert om den skulle vara lika framgångsrik här, eftersom den i Sverige bör stå i ett mycket mer väl-dränerat läge (Sjöman & Slagstedt 2015b).

Bland arterna med dokumenterad tolerans mot samtliga faktorer finns också en del stresstoleranta konkurrensstrateger, varav en del kan vara värda att överväga tack vare deras egenskaper och strategier för att hantera liknande stress i naturen.

Acer rubrum (CS/CSR), som enligt flera studier anses vara väldigt översvämningstolerant, utvecklar adventivrötter som strategi (Glenz 2006). Trots att både *Acer campestre* (CS/CSR) och *A. rubrum* anses vara toleranta, menar Frye & Grosse (1992) att deras långsamma återhämtning från översvämning i samband med den grovt reducerade höjdtillväxten kommer göra det svårt för arterna att klara sig i konkurrenssituationer, detta trots att *Acer rubrum* har ett brett utbredningsområde i östra USA och Kanada och finns i olika växtmiljöer, både blöta och torra (Sjöman & Slagstedt 2015b).

Gleditsia triacanthos (CS) planteras redan i hög grad i Nyhamnen då den kan hantera samtliga stressfaktorer och finns med i alla städernas strategier för framtiden.

Liquidambar styraciflua (CS) förekommer naturligt i woodland i Nord-och Centralamerika (Stångby). Den förekommer i både New Yorks och Londons trädstrategier och har tolerans mot samtliga kustnära sårbarhetsfaktorer, och har redan planterats i Nyhamnen.

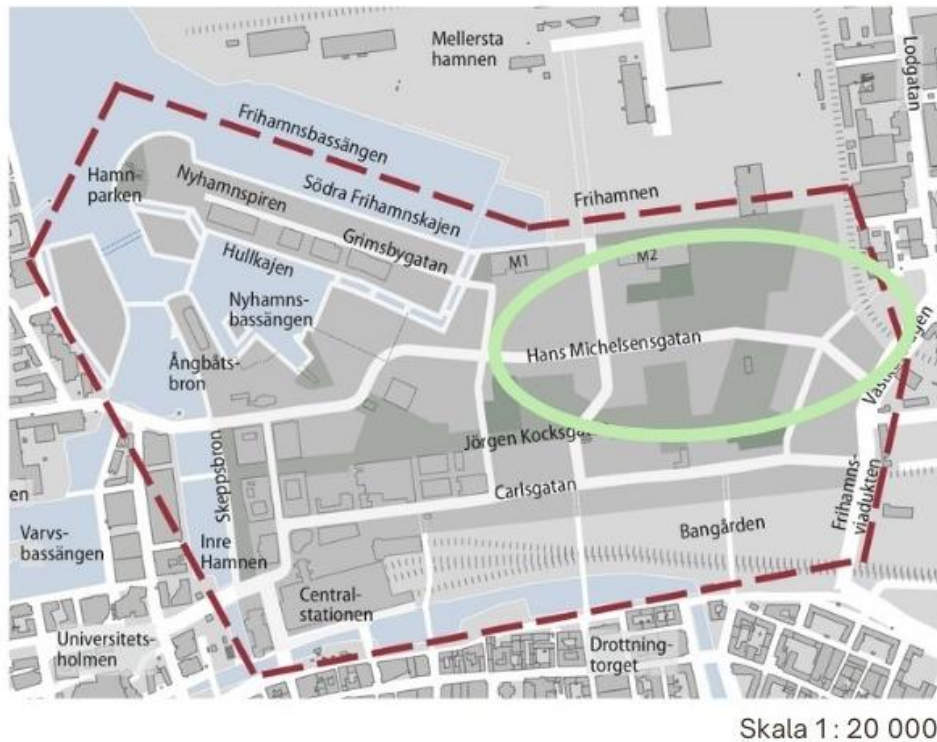
Följande arter i kategorin väljs bort inför superlistan: *Aesculus hippocastanum* (problem med kastanjemal), *Amelanchier laevis* (endast medel tolerans, uppges känslig för marksalt), *Magnolia virginiana* (svårödlad i Sverige), *Prunus sargentii* (endast medel tolerant mot samtliga faktorer), *Pterocarya stenoptera* (endast medel tolerant mot salt och vind, skjuter rotskott), *Quercus texana* (endast medel tolerant mot samtliga faktorer), *Salix babylonica* (anses inte hårdig i Sverige), *Q. acutissima* (klarar max -10 enligt CABI och förekommer i de varmare tempererade delarna), *Ulmus pumila* (rekommenderas ej för plantering i urban miljö för sitt växtsätt).

Följande arter i kategorin passar inte Hamnbassängerna eftersom de är rena konkurrensstrategier som kanske inte har stresstrategier för att hantera de begränsade resurserna på platsen: *Betula nigra* (C), *Fraxinus pennsylvanica* (CR), *Populus canescens* (C) och *Quercus palustris* (CR). Dock kan de i stället passa för typståndort 2 - Nyhamnens mitt, se nedan. *Q. palustris* är välstuderad och har hög översvämningstolerans baserat på stomatalt gasutbyte enligt Levinsson (2024) och på opåverkade värden av tillväxt och stamdiameter (Frye & Grosse 1992). Arten förekommer i Amsterdams trädstrategi för översvämningstoleranta arter och är även vanlig i Malmös gatumiljö. Dock uppger Sjöman och Slagstedt (2015b) att den inte är särskilt vindtolerant, vilket överensstämmer med Kaur et al (2024) som bedömer att arten inte lämpar sig för kustnära förhållanden. Av Carol-Aristizabal (2023) graderas den däremot högt för vindmotstånd, och var enligt Foran et al (2015) ett av de mest resilienta träden mot samtliga undersökta sårbarhetsfaktorer, tillsammans med *Quercus rubra*. *Koelreuteria paniculata* (C/CS) bör i stället för denna kategori rekommenderas för Stationsområdet, då den har flest anpassningar för stressfaktorerna vind och salt. Även *Styphnolobium japonicum* (C/CSR) har planterats i Nyhamnen med brett stöd i översikten, men bör av samma anledningar flyttas till Stationsområdet.

I vår research har vi inte hittat tillförlitlig information om vilken slags strateg följande arter är, men de kan vara intressanta att undersöka vidare på grund av sin tolerans: *Acer buergerianum*, *Amelanchier arborea*, *Celtis sinensis*, *Crataegus crus-galli*, *Pinus elliotii*, *Quercus acutissima*, *Quercus phellos*, *Ulmus parvifolia*.

4.7 Typståndort 2 – Nyhamnens mitt

Nyhamnens mitt



Figur 7. Nyhamnens mitt - ungefärlig placering inom planområdet. [Illustrationsplan]. <https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Nyhamnen/Oversiktsplan-for-Nyhamnen.html> [2026-01-20] FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258_opt-ua

Denna växtplats representeras av Nyhamnens mitt i översiktsplanen, där tre nya parker ska anläggas längs Jörgen Kocksgatan (Översiktsplanen). Även denna ståndort skulle översvämmas av havsvatten vid vattennivåer upp till 2,71 m (RH2000) (se bilaga 1, figur 1) och kan påverkas av förhöjt grundvatten, men är ett mindre utsatt läge med vindhastigheter i regel <4 m/s (Johansson & Yahia 2018). Luft- och marksalt kan även här vara stressfaktorer, till följd av salta vindar och grundvatten med förhöjd salthalt. En uppväxt parkmiljö motsvaras i naturen av skogar av sekundära arter som inte lider av brist på vatten och näring, men där ljuset kan vara en begränsande faktor (Sjöman & Slagstedt 2015a). I en urban typsituation som anläggning av parkmark i ett nybyggt område kan man välja pionjära och semipionjära arter som trivs i det mer öppna läget som råder i etableringsstadiet, och som har en tillväxt som snabbt kan skapa grönska (ibid.). Man kan även plantera in några äldre kvaliteter av sekundära arter, som är rustade att i lugn och ro bokstavligen talat växa upp i skuggan av pionjärerna och ta över när de tackar för sig.

Här är det primärt konkurrensstrategier (C, C/CS) som gäller till en början. I parkmiljö finns mer resursrika marker, vilket konkurrensstrategerna har specialiserat sig för och behöver då de snabbt tar slut på resurser i mindre växtbäddar och inte har några strategier för att hantera den situationen, vilket medför att tillväxten hämmas och bristsymptom uppstår (ibid.). På rik mark får de resurser som kan investeras i rotsystemet (S&S 2015a), vilket kan vara bra i blöta rotmiljöer för att minska sårbarheten om delar av rötterna skulle dö till följd av syrebrist. Det är också mer vindstilla i parkmiljön - konkurrensstrategier har ofta en snabb och kraftig tillväxt som annars kan innebära en vindkänslighet och resultera i skador (Sjöman & Slagstedt 2025b). De pionjära konkurrensstrategerna kan varvas med semipionjära och sekundära arter, dessa kan vara stresstoleranta konkurrensstrategier (CS, S/CS), som kanske är lite långsammare i tillväxt och utveckling men på sikt bidrar till att parkmiljön förblir lummig.

4.7.1 Trädkategori 2 – Nyhamnens mitt

Tabell 3. Trädarter med dokumenterad medeltolerans till tolerans mot **salt** och **översvämning**, samt CSR-klassificering

Latinskt namn	Svenskt namn	Växtfamilj	Strateg (CSR)
<i>Acer cappadocium</i>	Turkisk lönn	<i>Sapindaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Acer x freemanii</i>	Freemanlönn	<i>Sapindaceae</i>	C**
<i>Betula nigra</i>	Svartbjörk	<i>Betulaceae</i>	C*
<i>Catalpa speciosa</i>	Praktkatalpa	<i>Bignoniaceae</i>	CR*, C/CS****
<i>Celtis bungeana</i>	Ingen uppgift	<i>Cannabaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Cornus walteri</i>	Ingen uppgift	<i>Cornaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Crataegus x persimilis</i>	Sylhagtorn	<i>Rosaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Eucommia ulmoides</i>	Kinesiskt gummiträd	<i>Eucommiaceae</i>	CS**
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Rödask	<i>Oleaceae</i>	CR*
<i>Morus alba</i>	Vitt mullbär	<i>Moraceae</i>	CS***; C/CS****
<i>Pinus contorta</i> var. <i>contorta</i>	Strandtall	<i>Pinaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Pinus mugo</i>	Bergtall	<i>Pinaceae</i>	S***
<i>Pinus taeda</i>	Loblollytall	<i>Pinaceae</i>	CSR*
<i>Populus euphratica</i>	Ingen uppgift	<i>Salicaceae</i>	C**
<i>Populus laurifolia</i>	Lagerpoppel	<i>Salicaceae</i>	C**

<i>Populus x canescens</i>	Gråpoppel	<i>Salicaceae</i>	C**
<i>Populus x tomentosa</i>	Ingen uppgift	<i>Salicaceae</i>	C**
<i>Quercus mongolica</i>	Mongol-ek	<i>Fagaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Quercus nigra</i>	Vattenek	<i>Fagaceae</i>	CSR*
<i>Quercus palustris</i>	Kärrek	<i>Fagaceae</i>	CR*
<i>Rhus typhina</i>	Rönnsamak	<i>Anacardiaceae</i>	C/CS***
<i>Salix fragilis</i>	Knäckepil	<i>Salicaceae</i>	S/CSR****
<i>Salix pentandra</i>	Jolster	<i>Salicaceae</i>	S/CSR***, S/CS****
<i>Sequoia sempervirens</i>	Sekvoja	<i>Cupressaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Tamarix africana</i>		<i>Caryophyllales</i>	Ingen uppgift
<i>Tamarix ramosissima</i>	Hösttamarisk	<i>Caryophyllales</i>	Ingen uppgift
<i>Tilia mandshurica</i>	Manchurisk silverlind	<i>Malvaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Ulmus laciniata</i>	Flikalm	<i>Ulmaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Ulmus macrocarpa</i>	Orientalalm	<i>Ulmaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Ulmus spp.</i>	Almsläktet	<i>Ulmaceae</i>	Ingen uppgift

Källor: * Wonkka et al 2013, ** Sjöman & Slagstedt 2015b, *** Pierce et al 2017, **** Sjöman et al 2025, ingen uppgift: tillförlitlig källa har ej kunnat hittas inom tidsramen för arbetet

Trädarterna som planteras på typståndort 2 – Nyhamnens mitt behöver alltså kunna hantera salt och vatten, men måste i regel inte vara lika vindtåliga. I enlighet med kriterierna i urvalsprocessen antas att de bäst lämpade arterna för denna växtplats är pionjära till semipionjära konkurrensstrategier (C, C/CS).

Acer x freemanii (C) anses tolerant mot salt (Sjöman & Slagstedt 2015a), men listas som medel tolerant mot översvämning i Amsterdams och Londons strategier (källor). Det stämmer överens med att de flesta lönnar är väldigt känsliga för att ha det blött kring fötterna (Sjöman & Slagstedt 2025b). Men *A. x freemanii* ska kunna hantera tillfälliga översvämningar och planteras på urbana översilningsytor (Sjöman & Slagstedt 2015a). *Catalpa speciosa* (CR) återfinns i naturen vid floder med regelbundna, tillfälliga översvämningar (Sjöman & Slagstedt 2015b). Arten prioriterar rottillväxten vilket gör dem mindre sårbara om en del rötter dör till följd av syrebrist (ibid.). Den anses även vara salttålig (Fox & Koci 2022). *C. speciosa* fungerar bäst i mer vindskyddade lägen då de stora bladen annars kan

skadas och bli fula (Sjöman & Slagstedt 2015b). Även *Populus* spp. satsar på rotsystemet (Sjöman & Slagstedt 2015b) och utvecklar även förstorade lenticeller på stammen som luftande organ (Glenz et al 2006). *Populus laurifolia* (C), *P. euphratica* (C) och *P. x tomentosa* (C) kan passa på typståndort 2 även om de två sista förmodligen är oprövade i svenska sammanhang eftersom de verkar sakna trivialnamn. *Morus alba* (C/CS) är enligt Roloff (2018) känslig mot översvämning. Däremot anges *M. alba* i Amsterdams strategi (källa) som en art med medeltolerans. Fördelen med *M. alba* är att den framstår som en av de mest salttoleranta i denna kategori (Sirensjö 2014, Sjöman & Slagstedt 2015a, Zhang et al 2021). *Rhus typhina* (C/CS) är med på Malmö stads lista över arter med tolerans mot tillfällig översvämning (Malmö stad). *R. typhina* uppges dock vara "ytterst känslig" mot dålig dränering (Sjöman & Slagstedt 2015b), men tolerant mot salt (Sirensjö 2014, Sjöman & Slagstedt 2015b, Zhang et al 2021).

Bland de något mer stresstoleranta konkurrensstrategerna hittar vi *Eucommia ulmoides* (CS) som enligt Roloff et al (2018) inte har någon känslighet mot vare sig stående vatten eller vägsalt. Arten är bland de mest förekommande stadsträden i Beijing och är på studiens topp 10-lista över intressanta trädarter för europeiska städer (ibid.). *E. ulmoides* anses salttålig i New Yorks strategi och har tack vare drag av *Ulmus* spp. en bred ståndortstolerans (Sjöman & Slagstedt 2015b). Trots sitt ursprung som kustnära träd och naturliga förekomst på svämplan vid vattendrag (Missouri 2026) anges *Quercus nigra* (CSR) (vattenek) som medel tolerant i Amsterdams strategi (Gemeente Amsterdam 2024). Högt grundvatten är också en stressfaktor för *Quercus* spp. (Sjöman & Slagstedt 2025b).

Det fanns även mer stresstoleranta konkurrensstrategier i denna kategori, som också är pionjärer och specialister på blöta ståndorter.

Alnus glutinosa (S/CS) är både pionjärart och klimaxart i alsumpkärr som är naturliga översilningsytter (Sjöman & Slagstedt 2015b). Arten utvecklar adventivrötter som anpassning till översvämning (Kosłowski 1997), och förstorade lenticeller förekommer hos flera *Alnus*-arter (Glenz et al 2006). *A. glutinosa* är också den art i kategori 2 som är mest tolerant mot salt, både luft- och marksalt (Sirensjö 2014). Generellt anses *Alnus* spp. vara mycket vindtåligt (Sjöman & Slagstedt 2015b), så *A. glutinosa* ska förmodligen egentligen tillhöra kategori 1. *Salix fragilis* (S/CSR) och *Salix pentandra* (S/CSR) är framgångsrika på blöta till fuktiga ståndorter i naturen (Sjöman & Slagstedt 2015a, Glenz et al 2006). Extra intressant för Nyhamnen är att pilar klarar högt grundvatten (ibid.). *S. pentandra* anges dock som medel tolerant mot salt (London källa). De flesta pilar utvecklar adventivrötter som respons på översvämning (Kosłowski 1997), samt prioriterar rottillväxten vilket gör dem mindre sårbara om en del rötter dör

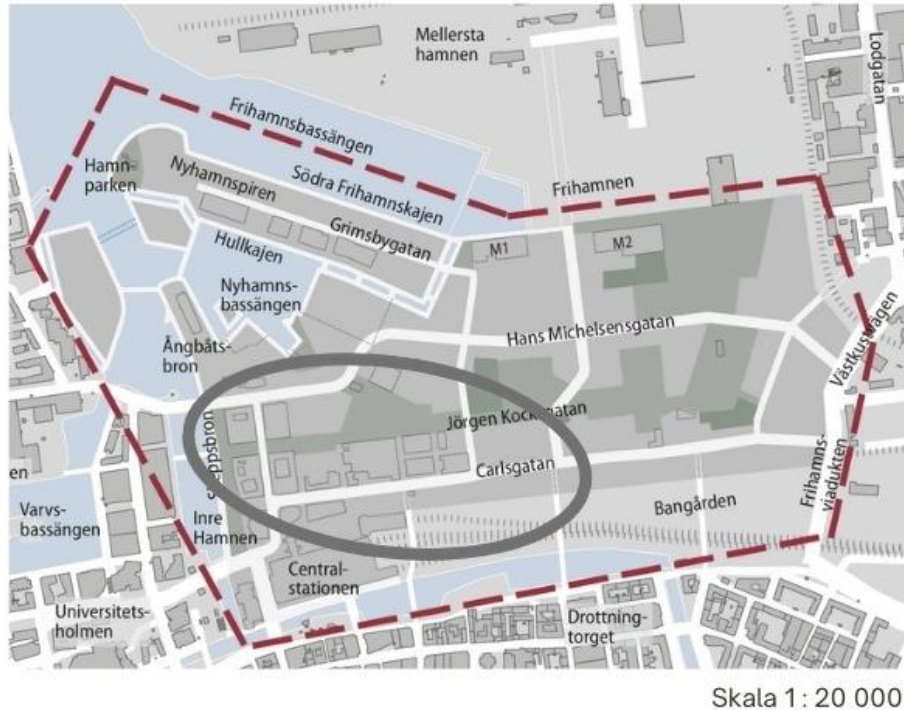
till följd av syrebrist (Sjöman & Slagstedt 2015b). *Salix* spp. utvecklar också förstörade lenticeller på stammen för syresättning (Glenz et al 2006).

Några fler arter i kategorin verkar mer eller mindre oprövade i svenska sammanhang: *Celtis bungeana*, *Quercus mongolica*, *Ulmus laciniata* och *Ulmus macrocarpa*. *Celtis bungeana* (bäralmssläktet) och *Quercus mongolica* har enligt Roloff et al (2018) ingen känslighet mot vare sig stående vatten eller vägsalt. Arterna är bland de mest förekommande stadsträden i Beijing och är på studiens topp 10-lista över intressanta trädararter för europeiska städer (ibid.). *Ulmus* spp. har en bred ståndortstolerans eftersom arterna förekommer i flera olika naturliga habitat (Sjöman & Slagstedt 2015b). Almsläktet anses mycket vindtolerant (Sjöman & Slagstedt 2015b) och kan därför också fungera på typståndort 1. Dessutom tolererar de salt (ibid.). Enligt Roloff et al (2018) har *Ulmus laciniata* och *Ulmus macrocarpa* ingen känslighet mot vare sig stående vatten eller vägsalt. Även *Ulmus* spp. investerar i mycket kraftig rottillväxt, vilket som sagt kan vara en fördel på en stundtals blöt och syrefattig ståndort (Sjöman & Slagstedt 2015b).

Följande arter i kategorin väljs bort inför superlistan: *Acer cappadocium* (endast medeltolerans mot vatten och skjuter rotskott), *Cornus walteri* (Cornus alba-gruppen) (R-strateg), *Crataegus x persimilis* (uppges vara känslig för dålig dränering, är dock med på Malmö stads lista över arter med tolerans mot tillfällig översvämning), *Pinus contorta* var. *contorta* och *Pinus mugo* (förekommer på Artdatabankens risklista över invasiva arter), *Pinus taeda* (känslig för kombinationen översvämning och salt), *Salix matsudana* (syn. till *Salix babylonica* i kategori 1), *Sequoia sempervirens* (anses inte fullt hårdig i Sverige), *Tamarix africana* och *Tamarix ramosissima* (inte hårdiga i Sverige och extrema/aggressiva pionjärer som kan bidra till ökad salthalt och konkurrera ut andra arter), *Tilia mandshurica* (känslig för blöta och syrefattiga förhållanden).

4.8 Typståndort 3 - Stationsområdet

Stationsområdet



Figur 8. Stationsområdet - ungefärlig placering inom planområdet. [Illustrationsplan]. <https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Nyhamnen/Oversiktsplan-for-Nyhamnen.html> [2026-01-20] FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258)_opt-ua

Denna växtplats representeras av Stationsområdet, till exempel “den upphöjda bangårdsterrassen mellan bebyggelsen och bangården” som ska få en ”grön och trygg utformning” (Översiktsplanen). Men runt stationen finns det också flera hårdgjorda gatumiljöer och transportleder, där rotmiljön ofta är sämre. Denna ståndort skulle inte översvämmas av havsvatten vid vattennivåer upp till 2,71 m (RH2000) (se bilaga 1, figur 1), men högt grundvatten med förhöjd salthalt kan naturligtvis fortfarande vara ett problem. Platsen kan bli blåsig med huvudsakligen sydvästliga vindar >4 m/s (Johansson & Yahia 2018). Det antas att en typsituation som trädplantering i skelettjord är aktuell här, där en markstruktur byggs upp för att undvika kompaktering och stående vatten, så att rötterna kan syresättas samt ha en större jordvolym att bre ut sig i för att hitta vatten och näring (Sjöman & Slagstedt 2015a). Denna typsituation skulle i naturen kunna representeras av en naturlig rasbrant med relativt stor rottillgänglig jordvolym med många luftporer (ibid.).

Skelettjordar i hårdjord miljö är begränsade vad gäller resurser (Sjöman & Slagstedt 2015a). Det behövs därför trädarter som likt konkurrensstrategier klarar det utsatta läget men även utvecklade strategier för att hantera stress i form av brist på vatten och näring, det vill säga stress-toleranta konkurrensstrategier (CS) (ibid.). De hushåller med de resurser som finns och anpassar sig till perioder med brist såväl som tillgång på resurser. En annan viktig trädets egenskap under dessa omständigheter är att kunna ordna sin egen näringsförsörjning genom att tillgodogöra sig luftkväve i symbios med kvävefixerande bakterier (Sjöman & Slagstedt 2015a). Trädplanteringarna kan här vara exponerade för sol såväl som befinna sig i djup skugga i norrläge eller nära den höga bebyggelsen på platsen. Medan pionjärarter trivs i solen, kan de skuggiga lägena passa sekundärarter bättre, eftersom de i större utsträckning har strategier och anpassningar för att klara bristen på ljus.

4.8.1 Trädkategori 3 - Stationsområdet

Tabell 4. Trädarter med dokumenterad medeltolerans till tolerans mot **salt** och **vind**, samt CSR-klassificering

Latinskt namn	Svenskt namn	Växtfamilj	Strateg (CSR)
<i>Amelanchier canadensis</i>	Kanadensisk häggmispel	<i>Rosaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Betula alleghaniensis</i>	Gulbjörk	<i>Betulaceae</i>	CS****
<i>Betula pendula</i>	Vårtbjörk	<i>Betulaceae</i>	S/CS****
<i>Betula populifolia</i>	Poppelbjörk	<i>Betulaceae</i>	R*, S/CS****
<i>Carpinus betulus</i>	Avenbok	<i>Betulaceae</i>	CS/CSR****
<i>Cercis canadensis</i>	Amerikanskt judasträd	<i>Fabaceae</i>	S/SR***
<i>Cornus mas</i>	Körsbärskornell	<i>Cornaceae</i>	S/CSR***, CS****
<i>Crataegus x lavalleyi</i>	Glanshagtorn	<i>Rosaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Diospyros virginiana</i>	Amerikansk persimon	<i>Ebenaceae</i>	S***
<i>Ilex opaca</i>	Amerikansk järnek	<i>Aquifoliaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Juniperus chinensis</i>	Kinesisk en	<i>Cupressaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Juniperus communis</i>	En	<i>Cupressaceae</i>	S***
<i>Juniperus virginiana</i>	Blyertsen	<i>Cupressaceae</i>	S***
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Kinesträd	<i>Sapindaceae</i>	C/CS****
<i>Lagerstroemia indica</i>	Lagerströmia	<i>Lythraceae</i>	Ingen uppgift

<i>Larix decidua</i>	Europeisk lärk	<i>Pinaceae</i>	S***
<i>Malus spp.</i>	Apelsläktet	<i>Rosaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Magnolia grandiflora</i>	Kungsmagnolia	<i>Magnoliaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Picea glauca</i>	Vitgran	<i>Pinaceae</i>	CS*
<i>Picea sitchensis</i>	Sitkagran	<i>Pinaceae</i>	S****
<i>Pinus nigra</i>	Svarttall	<i>Pinaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Pinus palustris</i>	Långbarrig tall	<i>Pinaceae</i>	CS*
<i>Pinus parviflora</i>	Silvertall	<i>Pinaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Pinus rigida</i>	Styvbarrig tall	<i>Pinaceae</i>	SR*
<i>Pinus thunbergii</i>	Japansk svart tall	<i>Pinaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Populus grandidentata</i>	Stortandad asp	<i>Salicaceae</i>	CR*
<i>Prunus maritima</i>	Strandplommon	<i>Rosaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Prunus x cistena</i>	Svartplommon	<i>Rosaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Quercus alba</i>	Vitek	<i>Fagaceae</i>	S*
<i>Quercus cerris</i>	Turkisk ek	<i>Fagaceae</i>	S/CS***, CS****
<i>Quercus imbricaria</i>	Spånek	<i>Fagaceae</i>	Ingen uppgift
<i>Quercus petraea</i>	Bergek	<i>Fagaceae</i>	CS****
<i>Quercus stellata</i>	Stjärnek	<i>Fagaceae</i>	S*
<i>Quercus velutina</i>	Färgkek	<i>Fagaceae</i>	CS*
<i>Quercus virginiana</i>	Ingen uppgift	<i>Fagaceae</i>	CS*
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia	<i>Fabaceae</i>	CR*, CS****
<i>Sorbus x intermedia</i>	Oxel	<i>Rosaceae</i>	CS****
<i>Styphnolobium japonicum</i>	Pagodträd	<i>Fabaceae</i>	C/CSR****
<i>Syringa reticulata</i>	Ligustersyren	<i>Oleaceae</i>	CS****
<i>Taxodium ascendens</i>	Ingen uppgift	<i>Cupressaceae</i>	Ingen uppgift

Källor: * Wonkka et al 2013, ** Sjöman & Slagstedt 2015b, *** Pierce et al 2017, **** Sjöman et al 2025, ingen uppgift: tillförlitlig källa har ej kunnat hittas inom tidsramen för arbetet

Trädarterna som planteras på typståndort 3 behöver alltså kunna hantera salt och vind, men behöver inte vara specialiserade på blöta rotmiljöer. I enlighet med kriterierna i urvalsprocessen antas att de bäst lämpade arterna för denna växtplats är stresstoleranta konkurrensstrateger (CS). Enligt Sjöman & Slagstedt (2015b) dyker de upp senare i successionen. I miljöer där tillgången till ljus är begränsad kan arterna omsätta de tillgängliga resurserna för att användas när de behövs och spara under mer stressade förhållanden (ibid.).

Denna kategori domineras främst av barrträd, där arter från *Pinaceae* och *Cupressaceae* utgör nästan en tredjedel av växtlistan. Generellt vet vi att gymnospermer är mindre bra på att hantera översvämning än angiospermer (Kozlowski 1997), men de har dessutom rapporterats vara sämre på att hantera starka vindar (Gardiner 2021). Enligt Everham & Brokaw (1996) kan barrträdens större känslighet vara relaterad till deras status i successionen. I tempererade skogar dyker barrträd upp som sekundärer längre fram, medan pionjärer ofta är mindre känsliga och kan hantera en exponerad position i landskapet. Gardiner (2021) påpekar att anledningen till att många barrträd producerar ytliga rotsystem beror på en begränsad markstruktur, anaerob eller kompakt, som orsakar den svaga stabiliteten. Tallar utvecklar annars en lång pålrot om förhållandena är gynnsamma vilket avsevärt bidrar till stabiliteten (ibid.).

Björkar är generellt pionjärer, men *Betula alleghaniensis* (CS) sticker ut i mängden. Dels är den semipionjär, dels är den för översikten välstuderad. Den anses ha stark tolerans för kraftiga vindar (Everham & Brokaw 1996) och för salt (Sirensjö 2014). Canham (2000) rapporterar att *B. alleghaniensis* fanns i stor mängd i urskogsbeståndet i Adirondack, NY och tror att det beror på deras förmåga att överleva medelstora störningar som dominerar i området. Även när den utsätts för särskilt starka vindar faller den av stora delar av kronan vilket minskar vindlasten. Den delen som består fungerar som en frökälla till kolonisering efter störningen (ibid.).

Cornus mas (CS) har bred utbredning från södra Europa till Kaukasus och vidare till Asien. Som konkurrensstrateg har den en bred repertoar: den är skuggtålig, värmetålig och klarar av både kallt, blåsigt och tätt (Sjöman & Slagstedt 2015). *Picea glauca* uppges fungera i ett spektrum av marktyper och används på grund av sitt täta växtsätt ofta i läplantering (Sjöman & Slagstedt 2015b). Den uppges salt-tolerant av Sirensjö (2014) och Sjöman & Slagstedt (2015a), men Kozlowski (1997) appl Na-Cl på bladen ledde till att cellväggarna kollapsade, kloroplasterna disintegrerade och stomata upprördes.

Här är *Quercus*-arterna dominerande och karaktäristiska för gruppen med sina djupgående rotsystem (Sjöman et al 2025) som ger förankring när vindarna blåser

hårt, men som även möjliggör att trädet kan ta upp vatten ur djupare lager när saltstressen ökar på ytan. *Quercus* är generellt pionjärer och därmed vana vid utsatta positioner. I Gardiners (2021) analys finns det få studier som motbevisar *Quercus* vindtolerans, vilket upprepas i Carol-Aristizabal (2023). *Q. macrocarpa* (CS) har hög tolerans för salt (Sirensjö 2014, Fox & Koci) och för kustförhållanden (Kaur 2024). Enligt Koslowski (1997) har den följande anpassningar för översvämning: adventivrötter, förstörade lenticeller samt bibehållen turgor och vattenpotential i bladen trots stängda stomata. *Q. macrocarpa* rekommenderas därför till kategori 1. *Q. petraea* (CS) har hög tolerans för vindstress, med många studier hos Gardiner (2021) som bekräftar detta. Den klarar resurssnåla ståndorter (Sjöman & Slagstedt 2015b) och lämpar sig väl för Stationsområdet. Det gör även *Q. velutina* (CS) från svala klimat som rekommenderas för parkmiljöer (ibid.) och som utgör en del av New Yorks trädstrategi. Everham & Brokaw (1996) citerar två studier som bedömer arten som vindålig. *Q. virginiana* (CS) har mest stöd i litteraturen. Arten anses ha en hög stresstolerans, med god anpassningsförmåga för olika sorters klimat enligt Liu et al (2021). I stormar förlorar den främst grenar, sällan som den bryts eller blir uppryckt (Duryea et al 2007), möjligtvis på grund av det starka träet (Everham & Brokaw (1996).

Det finns även CS-strategier med lite mer drag av S i denna kategori. *Betula pendula* (S/CS) är ljuskrävande men är i övrigt inte kräsen och kan hantera både torka och fukt. (Sjöman & Slagstedt 2015b) Dock blir den frostkänslig efter översvämning, varför den passar bra Stationsområdet (Frye & Grosse (1992). Östamerikanska *Betula populifolia* tillhör S/CS-strategerna, och klarar både periodvis översvämning och torra lägen. Flera studier bekräftar salttålighet i både mark och luft, och vindtoleransen är medel enligt Kaur (2024). Enligt Everham & Brokaw (1996) lider den dock av vindskador vid exponering. Eftersom den bara kan bli 50 år utesluts den ur superlistan (Sjöman & Slagstedt 2015b). *Quercus cerris* (S/CS) lämpar sig väl för stadsmiljöer (Sjöman & Slagstedt 2015b). Som S/CS-strateg satsar den stort på tillväxten av både rötter och ovanjordiska delar under våren för att kunna komma åt mer energi som sedan kan användas när resurserna under sommaren sinar (Sjöman & Slagstedt 2015a). Dessutom är bladen täckta av vax, vilket vi från stresstrategerna vet är en bra strategi mot uttorkning (ibid.).

Flera arter i kategorin är huvudsakligen stresstrateger. Bland dessa finns olika barrträd: en, gran och tall. Att vintergröna arter är stress-strateger beror på den naturliga ståndort de fått anpassa sig till (Sjöman et al 2025). Stress-strategerna karaktäriseras av sin investering i ovanjordiska delar som barr och blad, i situationer med mer störning kommer de att hålla på resurserna för att överleva i det långa loppet (Sjöman & Slagstedt 2015b). Att producera rikligt med barr

kostar energi, men kommer väl till pass när arterna ska hantera besvärliga förhållanden (Sjöman et al 2025).

Utöver gymnospermerna hittar vi i kategorin stress-strategier även *Cercis canadensis* (S/SR), *Diospyros virginiana* (S), samt två *Quercus* arter: *Quercus alba* (S) och *Quercus stellata* (S). Som den enda kvävefixeraren anses *C. canadensis* enligt Duryea et al (2007) medeltolerant för vind och är enligt New Yorks databas även salttålig. *D. virginiana* finns det lite information om. Kaur (2024) placerar den på nivå 1 för New Yorks kust, och den får också höga värden för både salt- och vindtolerans i deras analys. *Q. alba* sticker ut som välstuderad: fyra studier bekräftar dess tolerans för salt, tre för vind. Everham & Brokaw (1996) har tre olika studier som ger enhetligt hög vindtolerans i hastigheter >160km/h (33 m/s). Som jämförelse hade Sveriges starkaste storm Gudrun en uppmätt styrka på 33 m/s. Som de flesta stress-strategier har *Q. alba* har ett djupt rotsystem och förekommer ofta på steniga marker. Tyvärr anses den vara svårödlad (Sjöman & Slagstedt 2015b). Med rätt proveniens och odlingsteknik har *Q. alba* stor potential för ståndorter som Stationsområdet, varför mer forskning behövs. Informationen om *Q. stellata* är bristfällig, Wonkka (2013) upplyser om att den som stress-strateg är specialist på att hantera näringsbrist. *Q. alba* och *Q. stellata* placeras av Kaur (2024) på nivå två i New York, som präglas av måttlig exponering för höga vindar, saltvattenöversvämning och luft-salt - en ståndort som liknar Stationsområdet.

Juniperus är generellt pionjärer som utvecklat djupgående rotsystem för att hantera begränsande ståndorter (Sjöman & Slagstedt 2015b). Många har dessutom extra vaxlager på barren för att hantera uttorkande vindar och stark sol (ibid.) *Juniperus chinensis* har båda dessa strategier och bedöms odlingsvärd i Stationsområdet. *Juniperus communis* (S) är vanlig på tempererade kontinenter och kuster, trots att barren enligt Sjöman & Slagstedt (2015b) är känsliga för salt. Detta kan inte bekräftas av Sirensjö (2014) som uppger den som tålig mot både marksalt och luftsalt. Framför allt är det *Juniperus virginiana* (S) som är intressant för Stationsområdet, med otaliga studier som stöttar salt-toleransen, troligen på grund av vaxlagret på barren som hindrar saltet (Sjöman & Slagstedt 2015b). Arten finns även med i New Yorks framtidsstrategi.

Picea sitchensis (S) har tre olika studier som bekräftar vindtolerans. Den anses i översikten vara tolerant för luftsalt, vilket bekräftas av Sjöman & Slagstedt (2015b) som beskriver den som starkt kustbunden med utbredning kring Stillahavskusten. Den har generell ytliga, asymmetriska rötter (Yang 2017) Asymmetriska rötter indikerar begränsande faktorer som näringsbrist och mekaniska störningar, vilket gör att tillväxten fokuseras där mer resurser och utrymme finns (ibid.). I begränsade miljöer kommer *P. sitchensis* lida av

rotförluster, vilket påverkar stabiliteten negativt. (Coutts et al. 1999) Dock är det möjligt för rötterna att anpassa sig efter vinden och på så vis förbättra stabiliteten. (Nicoll & Ray 1996, Nicoll et al. 2006) Avgörande för förankringen av *P. sitchensis* är marktypen, tillåts rötterna att växa sig djupa har trädet väldigt god stabilitet. Ju mer trädet får svaja med vinden, desto mer kommer rötterna att böja sig och få bättre förankring (Nicoll & Gardiner 2006).

Morfologiskt kan vi dela in tallarna i två grupper: mjuktallar och hårdtallar. (Stångby). Enligt Sjöman & Slagstedt (2015b) är hårdtallar generellt bättre på att hantera stress. Här finns pionjärerna *Pinus nigra* och *Pinus rigida* (SR), som för att hantera sub-optimala förhållanden har utvecklat djupa eller breda rotsystem eller barr med tjocka vaxlager (Sjöman & Slagstedt 2015a). *P. nigra* har mest stöd i litteraturen, med hög tolerans för både luft-och marksalt, samt vind (Sirensjö 2014, Sjöman et al 2015a, Foran et al 2015, Fox & Koci 2022, Kaur et al 2024). Den kommer från varma och karga bergsmiljöer och funkar därför bra i innerstadsområden (Sjöman & Slagstedt 2015b) och redan välanvänd i Malmö. Som en anpassning i salta situationer begränsar den tillväxten (Kozlowski 1997). *P. rigida* har bred utbredning längs Atlankusten vilket torde ha relevans för den aktuella ståndorten och finns på New Yorks strategilista. Förutom New York finns den även i Belgien och Ryssland (CABI).

I vår undersökning har vi inte hittat tillförlitlig information om vilken slags strateg följande arter är: *Amelanchier canadensis*, *Crataegus x lavalleyi*, *Ilex opaca*, *Magnolia grandiflora*, *Pinus parviflora*, *Prunus maritima*, *Prunus x cistena*, *Quercus imbricaria*, *Taxodium ascendens*

Magnolia grandiflora kommer från sydöstra USA och finns där i både torra ståndorter som floddalgångar (Sjöman & Slagstedt 2015b). I Shanghai är det ett av de mest populära parkträden (Liu 2021). Den har uppvisat hög vindtolerans: när de flesta lövfällande träd tappar bladen som en reaktion har vintergröna *M. grandiflora* en hög resiliens och mer än 50% bibehållen bladmassa. Den har också god salttolerans (Fox & Koci, Sirensjö 2014), men Kaur (2024) rekommenderar den för lägen längre in från kustlinjen. Mjuktallar anses generellt vara semipionjärer som är relativt skuggtåliga (dock inte i samma utsträckning som sekundärarterna) (Sjöman & Slagstedt 2015a). Hit hör ändå pionjären *Pinus parviflora*. *P. parviflora* klarar dock inte torka lika bra som andra tallar (Stångby) trots sina färgade barr. I översikten uppges den som tolerant av en studie från New York som i sin tur grundar toleransen på två publikationer, varav ingendera är vetenskaplig.

Följande arter i kategorin väljs bort inför superlistan: *Larix decidua* (S) (bör undvikas p g a skadedjur, SLU Nyheter 2025), *Pinus palustris* (CS) (inte hårdig i

Sverige utan kräver relativt varma vintrar - min 2°C, CABI), *Pinus thunbergii* från Japan (SKUD) (osäkerhet kring hårdighet), *Populus grandidentata* (CR-strateg), *Robinia pseudoacacia* (får inte planteras i Malmö enligt stadens tekniska handbok).

4.9 Superlistan

Ovanstående resonemang resulterar i följande “superlista”, med de mest lämpliga trädarterna för respektive ståndort, utan inbördes rangordning.

Tabell 5. De mest lämpliga trädarterna för respektive ståndort, samt CSR-klassificering

Ståndort	Art	Svenskt namn	Strateg (CSR)
1	<i>Acer buergerianum</i>	Tokylönn	Ingen uppgift
1	<i>Acer campestre</i>	Naverlönn	CSR***
1	<i>Acer platanoides</i>	Skogslönn	CS***
1	<i>Acer rubrum</i>	Rödlönn	CSR*
1	<i>Alnus cordata</i>	Italiensk al	CS/CSR***
1	<i>Alnus incana</i>	Gråal	CS/CSR***
1	<i>Alnus subcordata</i>	Storbladig al	
1	<i>Alnus x spaethii</i>	Berliner al	CS****
1	<i>Celtis occidentalis</i>	Bäralm	CSR*
1	<i>Crataegus crus-galli</i>	Sporrhagtorn	Ingen uppgift
1	<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn	S/CS***
1	<i>Fraxinus americana</i>	Vitask	CS*
1	<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	CS/CSR***
1	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Korstörne	C/CSR***
1	<i>Juglans nigra</i>	Svart valnöt	CS*
1	<i>Metasequoia glytostroboides</i>	Kinesisk sekvoja	CS****
1	<i>Nyssa sylvatica</i>	Nyssa	S*
1	<i>Pinus sylvestris</i>	Tall	S*
1	<i>Platanus x hispanica</i>	Platan	CS****
1	<i>Populus alba</i>	Silverpoppel	CS***
1	<i>Quercus bicolor</i>	Strandek	CS*
1	<i>Quercus phellos</i>	Pilek	Ingen uppgift
1	<i>Quercus robur</i>	Skogsek	S/CS***
1	<i>Quercus rubra</i>	Rödek	CS*
1	<i>Quercus texana</i>	Texasek	Ingen uppgift
1	<i>Salix alba</i>	Vitpil	S/CS***
1	<i>Taxodium distichum</i>	Sumpcypress	S*, S/CS****
1	<i>Ulmus parvifolia</i>	Kinesisk alm	Ingen uppgift

1	<i>Zelkova serrata</i>	Japansk zelkova	S/CS****
1	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal	S/CS***
1	<i>Quercus macrocarpa</i>	Storfruktig ek	CS****
2	<i>Betula nigra</i>	Svartbjörk	C*
2	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Rödask	CR*
2	<i>Populus x canescens</i>	Gråpoppel	C**
2	<i>Quercus palustris</i>	Kärrek	CR*
2	<i>Acer x freemanii</i>	Freemanlönn	C**
2	<i>Catalpa speciosa</i>	Praktkatalpa	CR*
2	<i>Celtis bungeana</i>	Ingen uppgift	Ingen uppgift
2	<i>Eucommia ulmoides</i>	Kinesiskt gummiträd	CS**
2	<i>Morus alba</i>	Vitt mullbär	C/CS****
2	<i>Populus euphratica</i>	Ingen uppgift	C**
2	<i>Populus x tomentosa</i>	Ingen uppgift	C**
2	<i>Quercus mongolica</i>	Mongol-ek	Ingen uppgift
2	<i>Quercus nigra</i>	Vattenek	CSR*
2	<i>Rhus typhina</i>	Rönnsamak	C/CS***
2	<i>Salix fragilis</i>	Knäckepil	S/CSR****
2	<i>Salix pentandra</i>	Jolster	S/CSR***
2	<i>Ulmus laciniata</i>	Flikalm	Ingen uppgift
2	<i>Ulmus macrocarpa</i>	Orientalalm	Ingen uppgift
3	<i>Koelreuteria paniculata</i>	Kinesträd	C/CS****
3	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Ambraträd	CS****
3	<i>Styphnolobium japonicum</i>	Pagodträd	C/CSR****
3	<i>Amelanchier canadensis</i>	Kanadensisk häggmispel	Ingen uppgift
3	<i>Betula alleghaniensis</i>	Gulbjörk	CS****
3	<i>Betula pendula</i>	Vårtbjörk	S/CS****
3	<i>Carpinus betulus</i>	Avenbok	CS/CSR****
3	<i>Cercis canadensis</i>	Amerikanskt judasträd	S/SR***
3	<i>Crataegus x lavalleyi</i>	Glanshagtorn	Ingen uppgift
3	<i>Diospyros virginiana</i>	Amerikansk persimon	S***
3	<i>Juniperus chinensis</i>	Kinesisk en	Ingen uppgift
3	<i>Juniperus communis</i>	En	S***
3	<i>Juniperus virginiana</i>	Blyertsen	S***
3	<i>Magnolia grandiflora</i>	Kungsmagnolia	Ingen uppgift
3	<i>Pinus nigra</i>	Svarttall	Ingen uppgift
3	<i>Pinus rigida</i>	Styvbarrig tall	SR*
3	<i>Prunus maritima</i>	Strandplommon	Ingen uppgift
3	<i>Quercus alba</i>	Vitek	S*

3	<i>Quercus imbricaria</i>	Spånek	Ingen uppgift
3	<i>Quercus petraea</i>	Bergek	CS****
3	<i>Quercus stellata</i>	Stjärnek	S*
3	<i>Quercus velutina</i>	Färke	CS*
3	<i>Quercus virginiana</i>	Ingen uppgift	CS*
3	<i>Sorbus x intermedia</i>	Oxel	CS****
3	<i>Syringa reticulata</i>	Ligustersyren	CS****
3	<i>Taxodium ascendens</i>	Ingen uppgift	Ingen uppgift

Källor: * Wonkka et al 2013, ** Sjöman & Slagstedt 2015b, *** Pierce et al 2017, **** Sjöman et al 2025, ingen uppgift: tillförlitlig källa har ej kunnat hittas inom tidsramen för arbetet

5. Diskussion

I diskussionsdelen kommer vi inledningsvis att lyfta litteraturstudiens bidrag till urvalet av lämpliga arter för Nyhamnen. Därefter problematiseras litteraturstudien som metod, där urvalet av artiklar och arter både begränsat och påverkat studien. Det centrala begreppet tolerans diskuteras utifrån olika aspekter. Litteraturstudien har även belyst behovet av framtida forskning som redogörs för i diskussionens avslutande del.

Syftet med arbetet har varit att samla kunskap kring lämpliga träddarter för Nyhamnen, som har anpassningar för att hantera ståndortens problematiska kombination av salt, vind och översvämning. Litteraturstudien genererade >300 arter med tolerans för salt, vind och översvämning eller en kombination av faktorer. Studien lyfter *Quercus* spp. som ett starkt släkte att titta på för Nyhamnen, 16 av 23 artiklar behandlar olika arter av ek. Flera arter finns redan i Malmös 10-i-topplista över planterade träd (se 4.3.1). Utöver dessa pekar studien på att särskilt *Q. macrocarpa*, *Q. palustris* och *Q. rubra* är intressanta att utforska för kustnära miljöer som Nyhamnen. Samtliga arter har brett stöd i litteraturen och anses hårdiga i Sverige. Arter från *Salix* genererade inledningsvis flest arter där majoriteten enligt litteraturen endast hade tolerans för översvämning och blev därför exkluderade från rekommendationerna till övriga listor. Litteraturstudien lyfter särskilt vikten av exoters potential som lämpliga arter i Nyhamnen. Från superlistan kan vi utläsa endast ett fåtal inhemska arter (Nässlander & Östberg 2025). Med tanke på framtidens klimatförändringar och hotet från de asiatiska långhorningarna blir listan ett värdefullt avstamp för framtida forskning. Flera av arterna för Hamnbassängerna finns även i Amsterdams och Londons listor över toleranta arter för framtiden och pekar på nyttan med att lära sig från dessa städers trädstrategier. När vi jämför vår ursprungliga lista med rådande bestånd i Nyhamnen har litteraturöversikten inkluderat samtliga arter som planterats. En del arter har inte inkluderats i ståndorts-listorna. *Acer pseudoplatanus* uteslöts på grund av hög risk för invasivitet. Arter med bara en anpassning enligt litteraturen har också uteslutits men ingår i Malmös nuvarande bestånd: *Prunus padus*, *Pterocarya fraxinifolia* och många *Salix*-arter med anpassningar för endast översvämning i litteraturen. *Tilia* spp. uteslöts också från urvalet till ståndorterna eftersom de redan utgör en majoritet av Malmös bestånd (Sjöman och Östberg 2019).

Litteraturstudien som metod och de avgränsningar som gjorts inbegriper flera problematiska aspekter. Tidsramen för arbetet har påverkat urvalet av artiklar till litteraturöversikten som behövde ske i det tidiga stadiet. Urvalet har inte varit en linjär process utan speglar lärandet som skett längs vägen. Urvalet kan ytterligare

problematiseras om man tar hänsyn till det faktum att flera studier citerar varandra och/eller använder uppslagsböcker, nationella register om flora och fauna och plantskolekataloger som referenser. Att arten inte har dokumenterats som tolerant av studierna i vår litteraturöversikt betyder såklart inte heller att den är intolerant. Om man söker vidare efter ytterligare information om intressanta arter i listan skulle fler kunna visa sig passa in i en eller flera av kategorierna.

Urvalet av lämpliga arter till Nyhamnen har baserats på arternas härdighet och friskhet, succession samt tolerans för växtplatsen. Dock finns som sagt många fler parametrar, som ligger utanför detta arbetes omfattning, men som är avgörande för att kunna välja rätt trädart till rätt plats. Estetiska kvaliteter, ekosystemtjänster och tillgänglighet i handeln är några av dem (Sjöman & Slagstedt 2015b). Vi har inte hållit oss inom ramarna för *Tree Ecophysiology*. Information som ingår i kategorin ”härdighet och friskhet” (Sjöman & Slagstedt 2015a) har inkluderats i översikten. Här finns en diskrepans mellan de två urvalsmetoderna, där härdighet och friskhet i *Tree Species Selection for Green Infrastructure* (Hirons & Sjöman 2018) ingår i de primära kriterierna för begränsningar. Data gällande sjukdomar och de asiatiska långhorningarna har inkluderats med avseende på ”härdighet och friskhet” och den stora hotbilden mot trädbeståndet i Malmö och lignoser världen över (Sjöman et al 2014).

En del av uppsatsens metodologi har varit att titta på succession och tolerans för växtplatsen, där CSR-modellen ingått. Bristen på korrelation mellan typ av strateg och toleransen för växtplatsen blir tydlig i artlistorna (tabell 2-4) för de olika ståndorterna, där många olika strateger samsas. I analysen ovan har större samband men även undantag belysts. Att många barrväxter är stress-strateger och placeras i Stationsområdet är en lycklig slump, då dessa i första hand filtrerades utifrån sina anpassningar i litteraturöversikten (se 3.3). Att en art är stress-strateg innebär inte nödvändigtvis att den kan hantera ståndortens stress, utan kan ha att göra med att arten exempelvis har tolerans för skuggtålighet eller näringsbrist. Som man kan se i tabell 2–4 har olika källor angivit något olika strategikombinationer för vissa arter, vilket kan bero på att det finns olika metoder för att få fram CSR. Sjömans et al (2025) studie bygger på Pierce et al (2017) metod som utgår från tre bladegenskaper (bladarea, bladets torra substansinnehåll, och specifik bladarea) (Sjöman et al 2025). Wonkka et al (2013) har istället använt parametrar som tillväxtkonstanter och morfologisk kunskap (förväntad livslängd, höjd och stamdiameter). För flera arter saknas tillförlitliga uppgifter kring deras CSR-strategi. Wonkka et al (2013) medger att CSR-modellen inte kan täcka in det stora spektrum av anpassningar lignoser utvecklar till sin miljö. Fördelen med att använda CSR i uppsatsen grundar sig i det faktum att teorin är ett hjälpsamt verktyg som en pusselbit bland flera andra som är viktiga att ta hänsyn till. Vi vill exempelvis inte placera en C-strateg i ett skuggigt läge i en

hårdgjord miljö eftersom C-strateger bäst trivs i soliga, exponerade lägen med mycket resurser.

På artnivå kan det också vara stora skillnader i anpassningar mellan populationer som även beror på den naturliga ståndorten (Sjöman et al 2023). Att hitta lämpliga frökällor för den svenska kontexten är därför avgörande, växtlistan ger endast en fingervisning om vilka arter som kan vara intressanta att utforska. Med tanke på att flera av våra inhemska arter är hotade bör exoters bidrag till en ökad biologisk mångfald inte underskattas (Sjöman et al 2016) men potentiella tillskott behöver testas noggrant för att passa våra förhållanden. Att därför inkludera fler experimentella studier i kontrollerade miljöer hade varit önskvärt.

Många författare citerar en eller två källor som utgör grunda antaganden om tolerans. Tittar vi på endast översvämningstolerans undersöks och bedöms denna tolerans på olika sätt i forskningen. Forskarna applicerar olika förhållanden (hypoxia, anoxia, olika långa tider för exponering) och använder sig av olika mätfaktorer i sina undersökningar. Den metodologiska kreativiteten hos forskare innebär att det är svårt att dra slutsatser kring hur toleranta arter egentligen är eftersom egenskaper beskrivs på olika sätt. Själva fenomenet översvämningstolerans beskrivs med olika ord: *waterlogging*, *flooding*, *soil-inundation*, *submersion* som används utbytbart och ger en inblick i problematiken om tydlighet.

Liknande problematik har dykt upp för de andra toleranserna. Hos Zhang et al (2021) kan vi läsa om hur förståelsen för salt-tolerans är ett begynnande fält som fortfarande präglas av svårigheter, varav många har dykt upp i vår översikt och även belyses av Sirensjö (2014) och Kozłowski (1997). Variationer i saltmängd, exponeringstid, ålder på plantor samt skillnader på stadsträd och skogsträd är återigen faktorer som gör att användningen av så kallade toleranta arter blir problematisk (ibid.).

För 20 år sedan rådde Everham & Brokaw (1996) framtida forskare att använda samtliga och enhetliga mått för vindtolerans: vindstyrka, eventuell nederbörd, stamdiameter och vindkast. Gardiner (2021) visar i sin översikt att framsteg har gjorts och att systematiska, standardiserade mått för uppräckning numera används brett. Förståelsen för vindtolerans kan dock inte isoleras till trädets beteende ovan mark utan vi behöver även förstå hur vinden interagerar med trädets rotsystem som i sin tur påverkas av markmiljön. Tamasi et al (2005) visar hur vinden under sju månaders tid påverkade unga *Quercus robur* i ett kontrollerat fält-experiment, och fann att trädet under dessa förhållanden fokuserade tillväxten på de laterala rötterna till förmån för pålroten. Undersökningen av Nicoll & Ray (1996) i naturlig miljö visade att *Picea sitchensis* utvecklade starkare rotsystem på läsidan,

ungefär som flaggträds-effekten. Dessa experiment påvisar en positiv tendens i forskningen, där parametrar ovan och under mark tas med i förklaringsmodellerna kring arters vindtolerans.

Arter studeras vanligen som ungträd eftersom de är särskilt sårbara för stress och därför kan ge en indikation om tolerans. I vår översikt har vi sett att träd som under experimentets gång observerats toleranta ett år senare utvecklar frostkänslighet, som i fallet med *Betula pendula* och *B. nigra* (Frye & Grosse 1992). Ålder spelar en viktig roll för samtliga toleranser enligt flera författare i vår översikt (Gardiner et al 2021, Kozlowski 1997, Glenz et al 2006). Trädets tolerans som ungträd kan inte jämföras med de anpassningar som det samlar på sig under sin livstid (Glenz 2006). För vindtoleransen har man sett en regression av mortalitet inom fem år efter störning (Everham & Brokaw 1996). Vikten av att studera träd i fält och i kontrollerade miljöer samt göra uppföljning till en del av metodologin är viktig för att förstå hur toleranta arter är över tid och vilka återhämtningsstrategier som utvecklas.

I litteraturen finns även osäkerhet kring toleransen för just *kombinationen* av stressfaktorer. I en studie av Niinemets & Valladeres (2006) klassificerades över 800 arter gällande tolerans mot översvämning, skugga och torka. Enligt samma studie finns det en trade-off mellan toleranser, som mellan skugga och torka eller mellan torka och översvämning. Endast 0,4 % hade tolerans mot alla tre faktorer (ibid.) med slutsatsen att det är sällsynt att arter är multi-toleranta (Niinemets 2010). I vår litteraturstudie finns många arter med strategier för att hantera flera stressfaktorer. En förklaring till detta kan vara att dessa stressfaktorer inte nödvändigtvis slår ut varandra. Stahl (2013) förklarar avvägningen mellan skugga och torka som att konkurrerande behov om ljus och vatten utgör en konflikt för växten kring hur resurser ska fördelas mellan skott och rötter. I vår litteraturöversikt har det dessutom dykt upp odokumenterade synergieffekter såsom känslighet för, eller anpassningar till, en viss kombination av stressfaktorer, som Yanhong et al (2025) visade för kombinationen översvämning och saltstress.

Litteraturstudien pekar på att behovet av forskning är stort. Vi vet fortfarande lite om träd som är ovanliga i vår stadsmiljö, om antagonistiska effekter av kombinationen översvämning och salt (ibid.), sekundärarters eller stress-strategers stresstolerans och hur multitoleranta arters anpassningar fungerar (Niinemets 2010). För samtliga toleranser är det nödvändigt att hitta mätmetoder som går att replikera, är enhetliga och fungerar för olika arter. Sjöman et al (2015) lyckades göra detta för torktålighet genom att titta på vattenpotentialen vid turgorförlust. Genom att använda träd som kan upprätthålla transpirationen även under översvämning, som inte stänger stomata i respons, kan man som Hiron (2018) påpekar använda arter som tolererar stressen, istället för att undvika den.

Levinssons översvämningstudie (2024) bekräftar Hiron (2018), som dock problematiseras av Schmutz och Thomas (2000). De menar att det kan vara värdefullt att istället titta på morfologiska anpassningar. Litteraturen i vår översikt tycks också bekräfta detta för översvämningstolerans. Översvämningstoleranta arter som *Populus deltoides*, *Quercus macrocarpa* och *Salix nigra* har stängda stomata med bibehållen vattenpotential (Kozłowski 1997). *Taxodium distichum* värderas högst av alla arter för sin översvämningstolerans (Niinemets & Valladeres 2006) men är undvikande till sin natur (stängda stomata, adventivrötter, begränsad skott-och barrtillväxt) (Kozłowski 1997). Istället för att tolerera syrebristen till följd av översvämning verkar toleranta arter som *T. distichum* vara syreberoende specialister. Den långa listan av syresättande organ som på olika sätt bistår träden under översvämning talar för att morfologiska anpassningar är vägledande för en ökad förståelse om hur översvämningstoleranta arter hanterar denna specifika stress.

Med tanke på framtidens extrema klimat är kunskapen om trädets anpassningar i staden som föränderligt urbant ekosystem viktigt ur ett hållbarhetsperspektiv (Roloff et al 2009). En mångfald av träd innebär en större chans att kunna ta del av trädens många ekosystemtjänster i framtiden (Morgenroth et al 2016) men ger också ett större skydd, då olika träd kommer utsättas för varierande grader av skada.

6. Slutsats

Syftet med litteraturoversikten var att undersöka vilka arter som har anpassningar för att hantera Nyhamnen som ståndort och som enligt forskningen bedöms vara toleranta för stressfaktorerna starka vindar, salt från mark och luft samt översvämning. Översikten genererade över 300 arter med dokumenterad tolerans för en eller flera stressfaktorer. Utifrån urvalskriterierna *tolerans för växtplatsen*, *succession* och *hårdighet* visar studien hur processen kring trädval kan ske. Studien ger också en inblick i fältet om växters resiliens och hur olika metodologiska aspekter kan påverka den vetenskapliga bedömningen av tolerans. Litteraturoversikten visar att behovet av forskning är stort då det finns flera kunskapsluckor kring arters anpassningar och mekanismerna bakom dem samt pekar på behovet av att hitta solida mått för att kvantifiera både erfarenhet och kunskap om arters tolerans. Samtliga studier i översikten bekräftar nyttan med att investera i sådan forskning för att kunna klimatanpassa våra städer.

Referenser

- Anderson PH & Pezeshki SR (1999) The effects of intermittent flooding on seedlings of three forest species. *Photosynthetica* 36: 543-553
DOI: 10.1023/A:1007163206642
- Artdatabanken, Artfakta (2026) <https://artfakta.se/> [2026-02-15]
- Artdatabanken, Artfakta (2024) *Risklista för främmande arter 2024*.
<https://artfakta.se/risklistor/2024/taxa?speciesgroupid=239&offset=320>
[2026-02-18]
- Blomquist G, Johansson E L (1999) Airborne spreading and deposition of de-icing salt - a case study. *Science of the Total Environment* 235: 161-168
[https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00209-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00209-0)
- Brzeziecki B, Kienast F (1994) Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grimian model. *Forest Ecology and Management* 69:167-187
[https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)90227-5](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)90227-5)
- C40 Cities (2026) *Sea Level Rise and Coastal Flooding*.
<https://www.c40.org/what-we-do/scaling-up-climate-action/water-heat-nature/the-future-we-dont-want/sea-level-rise/> [2026-01-21]
- CABI Compendium Forestry (2026)
<https://www.cabidigitallibrary.org/product/QF> [2026-03-02]
- Canham CD, Papaik MJ, Latty EF (2001) Interspecific variation in susceptibility to windthrow as a function of tree size and storm severity for northern temperate tree species *Canadian Journal of Forest Research*, 31: 1-10. DOI:10.1139/x00-124
- Carol-Aristizabal M, Dupras J, Messier C, Sousa-Silva, R (2024) Which Tree Species Best Withstand Urban Stressors? Ask the Experts. *Arboriculture & Urban Forestry* 50: 57-75 DOI: <https://doi.org/10.48044/jauf.2023.026>
- Carup (2025) *Nu börjar spridningen av 2 miljarder paket salt*. <https://carup.se/nu-borjar-spridningen-av-2-miljarder-paket-salt/> [2026-02-05]
- City of Amsterdam (2020). *Amsterdam Green Infrastructure Vision 2050. A liveable city for people, plants, and animals*. City of Amsterdam.
https://carbonneutralcities.org/wp-content/uploads/2020/09/Amsterdam-Green-Infrastructure-Vision-2050_toegankelijk_02092020.pdf [2026-01-23]
- Coutts MP, Nielsen CCN, Nicoll BC (1999) The development of symmetry, rigidity and anchorage in the structural root system of conifers. *Plant Soil* 217:1-15
<https://www.jstor.org/stable/42950608>
- Dmuchowski W, Bragoszewska P, Gozdowski D, Baczewska-Dabrowska AH, Chojnacki T, Jozwiak A, Swiezewska E, Suwara I, Gworek B (2022) Strategies of Urban Trees for Mitigating Salt Stress: A Case Study of Eight Plant Species. *Trees* 36: 899-914. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-02044-0>

- Dunbar LA, Short A (2024) Mixed species broadleaved and broadleaved/conifer stands in Great Britain for timber production. *Quarterly Journal of Forestry* 119: 82-88
<https://rfs.org.uk/wp-content/uploads/2025/04/Leslie-Short-April-2025-QJF.pdf>
- Duryea M, Kampf E, Littell R (2007) Hurricanes and the Urban Forest: I. Effects on Southeastern United States Coastal Plain Tree Species. *Arboriculture & Urban Forestry* 33: 83–97. <https://doi.org/10.48044/jauf.2007.010>
- Everham EM III, Brokaw NVL (1996) Forest damage and recovery from catastrophic wind. *Botanical Review* 62: 113–185
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02857920>
- European Red List of Trees (2019) IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-4-026-En.pdf> [2026-03-03]
- Foran CM, Baker KM, Narcisi MJ, Linkov I (2015) Susceptibility assessment of urban tree species in Cambridge, MA, from future climatic extremes. *Environment Systems and Decisions* 35: 389-400 <https://doi.org/10.1007/s10669-015-9563-4>
- Fox L, Koci J (2022) Trees and Shrubs that Tolerate Saline Soils, Salt Spray and De-icing Salts. *Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech. Publication 430-031*
https://www.vbmg.org/uploads/1/1/7/6/117657100/salt_tolerant_trees.pdf
- Frigerio J, Capotorti G, Del Vico E, Ouled Larbi M, Grassi F, Labra M, Blasi C, Guidi Nissim W (2023). Tree tracking: species selection and traceability for sustainable and biodiversity-friendly urban reforestation. *Plant Biosystems - An International Journal*. DOI: [10.1080/11263504.2023.2234907](https://doi.org/10.1080/11263504.2023.2234907)
- Frye J, Grosse W (1992) Growth response to flooding and recovery of deciduous trees. *Zeitschrift für Naturforschung C* 47: 683-689.
 DOI: [10.1515/znc-1992-9-1008](https://doi.org/10.1515/znc-1992-9-1008)
- Gardiner B, Berry P, Moulia B (2016) Review: Wind impacts on plant growth, mechanics and damage. *Plant Science* 245: 94-118
<https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.01.006>
- Gardiner B (2021) Wind damage to forests and trees: a review with an emphasis on planted and managed forests. *Journal of Forest Research* 26: 248–266.
<https://doi.org/10.1080/13416979.2021.1940665>
- Gemeente Amsterdam (2024). *Handboek Groen. Standaard voor het Amsterdamse straatbeeld*. Gemeente Amsterdam.
<https://openresearch.amsterdam/nl/page/108424/puccini-methode-handboeken-rood-i-en-ii-en-handboek-groen> [2026-01-21]
- Gemeente Amsterdam (u.å.-a). *Policy: Climate adaptation*.
<https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/policy-climate-adaptation/#hcd3242e2-11b2-464b-8f85-408d24f712e8> [2026-01-22]
- Gemeente Amsterdam (u.å.-b). *Policy: Green space*.
<https://www.amsterdam.nl/en/policy/policy-green-space/> [2026-01-22]

- Gibbs J, Greenway H (2003) Mechanisms of anoxia tolerance in plants. I. Growth, survival and anaerobic catabolism. *Functional Plant Biology* 30:1–47
DOI: [10.1071/PP98096](https://doi.org/10.1071/PP98096)
- Glenz C, Schlaepfer R, Iorgulescu I, Kienast F (2006) Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. *Forest Ecology and Management* 235:1-13
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.065>
- Grosse W, Frye J, Lattermann S (1992) Root aeration in wetland trees by pressurized gas transport. *Tree Physiology* 10:285-95 DOI: [10.1093/treephys/10.3.285](https://doi.org/10.1093/treephys/10.3.285)
- Hassleback, F (2020) Så anpassar sig Nederländerna till högre havsnivåer. *SVT Nyheter*, 2020-04-27. <https://www.svt.se/nyheter/vetenskap/sa-anpassar-sig-nederlanderna-till-hogre-havsnivaer> [2026-01-21]
- Hirons AD, Sjöman H (2018) *Tree species selection for green infrastructure: a guide for specifiers*. Trees & Design Action Group.
<https://www.tdag.org.uk/tree-species-selection-for-green-infrastructure.html>
- International Dendrology Society (2026) *Trees and Shrubs Online*.
<https://www.treesandshrubsonline.org/> [2026-03-02]
- Johansson E, Yahia MW (2018) Wind comfort and solar access in a coastal development in Malmö, Sweden. *Urban Climate* 33.
<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100645>
- Kudo, P. (2018). Så rustar världen mot översvämningar. *Svenska Dagbladet*, 2018-04-14.
<https://www.svd.se/a/6nKyRQ/sa-rustar-varlden-mot-oversvamningar#:~:text=Stora%20delar%20av%20Nederl%C3%A4nderna%20ligger,av%20v%C3%A4rldens%20st%C3%B6rsta%20r%C3%B6rliga%20konstruktioner> [2026-01-21]
- Kalén O, Schöld S, Basilio B, Andersson M, Hieronymus M (2025) Högvattenhändelser i Malmö idag och i framtiden. *SMHI Rapport* nr. 2025:14
<https://www.mcf.se/siteassets/dokument/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/oversvamning/oversvamningskartering-kust/malmo-smhi-rapport-nr-2025-14-v01.pdf>
- Kaur R, Hallett R, Strauss N (2024) Building Urban Forest Resilience to Sea Level Rise: A GIS-Based Climate Adaptation Tool for New York City. *Forests* 15: 92
<https://doi.org/10.3390/f15010092>
- Kozlowski TT (1984) Responses of Woody Plants to Flooding. In: Kozlowski TT (ed) *Flooding and Plant Growth*. Academic Press Inc. Orlando, Florida.
DOI: 10.1016/C2009-0-02985-7
- Kozlowski TT, Kramer PJ, Pallardy SG (1991) *The Physiological Ecology of Woody Plants*. Academic Press Inc. San Diego, California.
https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9780323138000_A23647297/preview-9780323138000_A23647297.pdf
- Kozlowski TT (1997) Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree Physiology Monograph No1*. Heron Publishing, Victoria, Canada.

- <http://www.sootypaws.net/gws/fernow/docs/kozlowski%20responses%20of%20woody%20plants.pdf>
- Levinsson A, Emilsson T, Sjöman H, Wiström B (2024) Using stomatal conductance capacity during water stress as a tool for tree species selection for urban stormwater control systems *Urban Forestry & Urban Greening* 91:128164
DOI: [10.1016/j.ufug.2023.128164](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128164)
- Liu M, Zhang D, Pietzarka U, Roloff A (2021) Assessing the adaptability of urban tree species to climate change impacts: A case study in Shanghai. *Urban Forestry & Urban Greening* 62: 127186 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127186>
- London Urban Forest Plan (2025)
https://www.london.gov.uk/sites/default/files/2025-02/London_Urban_Forest_Plan_2025_Actions_Update_REV1.pdf [2026-01-25]
- London Urban Resilience Project (2024)
https://www.london.gov.uk/sites/default/files/2024-09/london-urban-forest-resilience-project-report_v2.2.pdf [2026-01-25]
- Malmö stad (u.å.-a). *Så växer Malmö*.
<https://malmo.se/Stadsutveckling.html> [2026-01-20]
- Malmö stad (u.å.-b). *Riskbedömning*.
<https://gis.malmo.se/portal/apps/storymaps/stories/13f18192eb5f49ad913751c509146102> [2026-01-20]
- Malmö stad (u.å.-c). *Träd i Malmö*. <https://malmo.se/Stadsutveckling/Sa-utvecklar-vi-staden/Gronska-och-vatten/Trad-i-Malmo.html> (2026-01-20)
- Malmö stad (u.å.-d). *Grönska för alla med modellen 3-30-300*.
<https://malmo.se/Stadsutveckling/Sa-utvecklar-vi-staden/Gronska-och-vatten/Gronska-for-alla-med-modellen-3-30-300.html> [2026-01-20]
- Malmö stad (u.å.-e). *Nyhamnen*.
<https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Nyhamnen.html> [2026-01-20]
- Malmö stad (2019). *Översiktsplan för Nyhamnen. Fördjupning av Översiktsplan för Malmö*. (ÖP 2037). Malmö stad.
[https://malmo.se/download/18.cc49022193d3c46067a9f0/1738250724649/FÖP2037-Nyhamnen_antagen-\(SBN-2014-379-258\)_opt-ua.pdf](https://malmo.se/download/18.cc49022193d3c46067a9f0/1738250724649/FÖP2037-Nyhamnen_antagen-(SBN-2014-379-258)_opt-ua.pdf) [2026-01-20]
- Malmö stad (2025). *Malmö trädrappport 2024*. Malmö stad.
https://malmo.se/download/18.cc49022193d3c460671939d/1742391121211/Trädrappport%202024_gk_webb_tillg.pdf (2026-01-22)
- Marcais B, Kosawang C, Laubray S, Kjær E, Kirisits T (2022) Chapter 13: Ash Dieback. *Forest Microbiology*: 215-237
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85042-1.00022-7>
- Mayor of London (2026) *London Urban Forest Partnership*.
<https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/environment-and-climate->

- [change/parks-green-spaces-and-biodiversity/trees-and-woodlands/london-urban-forest-partnership](#) [2026-01-22]
- Mayor of London (2026) *Trees and woodlands*.
<https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/environment-and-climate-change/parks-green-spaces-and-biodiversity/trees-and-woodlands> [2026-01-22]
- Morgenroth J, Östberg J, Konijnendijk van der Bosch C, Nielsen AB, Hauer R, Sjöman H, Chen W, Jansson M (2016) Urban tree diversity – taking stock and looking ahead. *Urban Forestry and Urban Greening* 15: 1-5
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.11.003>
- Missouri (2026) Missouri Botanical Garden. *Quercus nigra*.
<https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=280754> [2026-02-20]
- Mugnai S, Mancuso S (2010) Oxygen Transport in the Sapwood of Trees. In: Mancuso S, Shabala S (eds) *Waterlogging Signalling and Tolerance in Plants*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-10305-6_4
- NYC Parks (2017) Design and Planning for Flood Resiliency - Guidelines for NYC parks
<https://www.nycgovparks.org/planning-and-building/planning/resiliency-plans/flood-resiliency> [2026-02-25]
- NYC Parks (2026)
<https://www.nycgovparks.org/trees/street-tree-planting/species-list> [2026-02-25]
- Niinemets U, Valladares F (2006) Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate northern hemisphere trees and shrubs. *Ecological Monographs* 76: 521-547 [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2006\)076\[0521:TTSDAW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2006)076[0521:TTSDAW]2.0.CO;2)
 Arkiv: <https://esapubs.org/archive/mono/M076/020/appendix-A.htm>
- Niinemets U (2010) Responses of forest trees to single and multiple environmental stresses from seedlings to mature plants: Past stress history, stress interactions, tolerance and acclimation. *Forest Ecology and Management* 260:1623–1639
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.054>
- Nicoll BC, Gardiner BA, Rayner B, Peace AJ (2006) Anchorage of coniferous trees in relation to species, soil type, and rooting depth. *Canadian Journal of Forest Research* 36:7 1621-1888 <https://doi.org/10.1139/x06-072>
- Nicoll BC, Ray D (1996) Adaptive growth of tree root systems in response to wind action and site conditions. *Tree Physiology* 16:891–898
 DOI: [10.1007/978-94-017-3469-1_21](https://doi.org/10.1007/978-94-017-3469-1_21)
- Nässlander G, Östberg J (2025) Framtidens träd i Sverige – Balansen mellan inhemskt och exotiskt. *Movium Fakta #1*, SLU
https://movium.slu.se/media/ylxj5q33/movium-fakta-1_2025-framtidens-traed-i-sverige.pdf
- Pierce S, Negreiros D, Enrico B, Cerabolini (2017) A field-portable list of CSR strategies. *Functional Ecology* 31: 444–457 DOI: 10.1111/1365-2435.12722

- Roloff A, Gillner S, Kniesel R, Zhang D (2018) Interesting and new street tree species for European cities. *Journal of Forest and Landscape Research* 1: 1-17
DOI:[10.13141/jflr.v3i1.1995](https://doi.org/10.13141/jflr.v3i1.1995)
- Roloff A, Korn S, Gillner S (2009) The Climate-Species-Matrix to select tree species for urban habitats considering climate change. *Urban Forestry & Urban Greening* 8: 295–308. DOI:[10.1016/j.ufug.2009.08.002](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.08.002)
- Scheel C (2009) *Anoplophora glabripennis* first finding in wood packaging material in Denmark. *EPPO Bulletin* 39: 153-154
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2009.02281.x>
- Schmull M och Thomas FM (2000) Morphological and physiological relations of young deciduous trees (*Quercus robur* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl., *Fagus sylvatica* L.) to waterlogging. *Plant and Soil* 225: 227-242
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026516027096>
- Sieghardt, M. *et al.* (2005). The Abiotic Urban Environment: Impact of Urban Growing Conditions on Urban Vegetation. In: Konijnendijk C, Nilsson K, Randrup T, Schipperijn J (eds) *Urban Forests and Trees*. Springer, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X_12
- Sirensjö H (2014) *Saltpåverkan på lignoser – en systematisk litteratursammanställning och analys av toleranta arter*. Kandidatuppsats, SLU.
- Sjöman H, Östberg J & Bühler O (2012) Diversity and distribution of the urban tree population in ten major Nordic cities. *Urban Forestry & Urban Greening* 11:31-39
DOI: [10.1016/j.ufug.2011.09.004](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.09.004)
- Sjöman H, Östberg J, Nilsson J (2014) Review of host trees for the woodboring pests *Anoplophora glabripennis* and *Anoplophora chinensis*: an urban forest perspective. *Arboriculture & Urban Forestry* 40:143–164 DOI: [10.48044/jauf.2014.016](https://doi.org/10.48044/jauf.2014.016)
- Sjöman H, Hirons A, Bassuk NL (2015) Urban forest resilience through tree selection – variation in drought tolerance in *Acer*. *Urban Forestry & Urban Greening* 14: 858-865. DOI: [10.1016/j.ufug.2015.08.004](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.08.004)
- Sjöman H, Slagstedt J (red.) (2015a) *Träd i urbana landskap*. Studentlitteratur AB, Lund
- Sjöman H, Slagstedt J (red.) (2015b) *Stadsträdslexikon*. Studentlitteratur AB, Lund
- Sjöman H, Morgenroth J, Kowarik I, Sjöman JD, Sæbød A (2016) Diversification of the urban forest - Can we afford to exclude exotic tree species? *Urban Forestry & Urban Greening* 18: 237–241 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2016.06.011>
- Sjöman 2018, Hirons 2018 Föreläsning. *Selecting Species For a Better Urban Treescape* <https://www.tdag.org.uk/tree-species-selection-for-green-infrastructure.html> [2026-01-30]
- Sjöman H & Östberg (2019) Vulnerability of ten major Nordic cities to potential tree losses caused by longhorned beetles. *Urban Ecosystems* 22:2, 385-395
<https://doi.org/10.1007/s11252-019-0824-8>
- Sjöman H, Levinsson A, Emilsson T, Ibrahimova A, Alizade A, Douglas P, Wiström B (2021) Evaluation of *Alnus subcordata* for urban environments through assessment

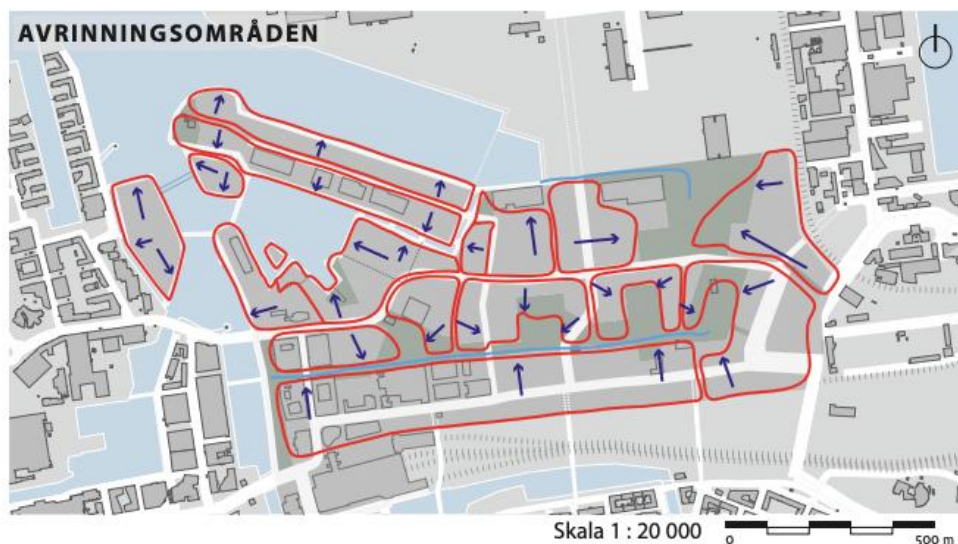
- of drought and flooding tolerance. *Dendrobiology* 85: 39-50
<https://doi.org/10.12657/denbio.085.005>
- Sjöman H, Watkins H, Kelly LJ, Hirons A, Kainulainen K, Martin KWE, Antonelli A (2024) Resilient trees for urban environments: The importance of intraspecific variation. *Plants, People, Planet* 6: 21180-1189. DOI: 10.1002/ppp3.10518
- Sjöman H, Hirons A, Watkins H (2025) Using the CSR theory when selecting woody plants for urban forests: evaluation of 342 trees and shrubs. *Arboriculture & Urban Forestry* 51: 329-354 <https://doi.org/10.48044/jauf.2025.014>
- SKUD, Svensk Kulturväxtdatabas (2026)
<https://skud-app.blomsterlandet.se/search> [2026-02-20]
- SLU Nyheter (2025) *Mer lärk i skogen – Potentiella problem att vara uppmärksam på.*
<https://www.slu.se/nyheter/2025/09/mer-lark-i-skogen--potentiella-problem-att-vara-uppmarksam-pa/> [2026-02-27]
- SMHI (2026) *Högsta vindhastigheter i januari.*
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/svenska-vindrekord/hogsta-vindhastigheter-i-januari> [2026-02-15]
- Splendor Plant (2026)
https://www.splendorplant.se/kategori_sortiment/trad/ [2026-02-28]
- Stadsatlas Malmö Stad (2026)
<https://stadsatlas.malmo.se/temakartor/#map=trad> [2026-02-26]
- Stahl U, Kattge J, Reu B, Voigt W, Ogle K, Dickie J, Wirth C (2013) Whole-plant trait spectra of North American woody plant species reflect fundamental ecological strategies. *Ecosphere* 4: 1-28. <https://doi.org/10.1890/ES13-00143.1>
- Stångby plantskola (2026)
<https://stangby.nu/sortiment-trad-buskar/> [2026-03-01]
- Svensson M (2023) *Tekniska handboken*. Rekommenderade träd för hårdgjorda ytor i Malmö. <https://malmo.se/Teknisk-handbok/Park--och-gronytor/Trad.html>
- Tamasi E, Stokes A, Lasserre B, Danjon F, Berthier S, Fourcaud T, Chiantante D (2005) Influence of wind loading on root system and architecture in oak (*Quercus robur L.*) seedlings. *Trees* 19: 374:384
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00468-004-0396-x>
- Trädgårdsdags (2026) *Plant zones – Swedish zones & USDA zones in Sweden and the rest of the world.*
<https://tradgardsdags.nu/en/pages/vaxtzoener-svenska-usda-europa> [2026-02-15]
- U.S. Department of Agriculture, USDA Plants Database (2026)
<https://plants.usda.gov/> [2026-03-04]
- Visser EJW, Bogemann GM, Blom CWPM, Voesenek LACJ (1996) Ethylene accumulation in waterlogged *Rumex* plants promotes formation of adventitious roots. *Journal of Experimental Botany* 47:403–410 DOI: [10.1093/jxb/47.3.403](https://doi.org/10.1093/jxb/47.3.403)

- Wegner LH (2010) Oxygen Transport in Waterlogged Plants. I: Mancuso S, Shabala S (eds) *Waterlogging Signalling and Tolerance in Plants*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-10305-6_1
- Whitlow TH & Harris RW (1979) Flood Tolerance in Plants: A State-of-the-Art Review. *Technical Report E-79-2*. Department of Environmental Horticulture, University of California. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA075938.pdf>
- Wonkka CL, Lafon CW, Hutton CM, Joslin AJ (2013) A CSR classification of tree life history strategies and implications for ice storm damage. *Oikos* 122: 209-222 <https://www.jstor.org/stable/41937660>
- Yang M, Défossez P, Danjon F, Fourcaud T. (2018) Analyzing key factors of roots and soil contributing to tree anchorage of Pinus species. *Trees* 32:703–712 <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1665-4>
- Yanhong C, Zhenkun Y, Jian Z (2025) Combined waterlogging/Submergence and salinity stress in woody plants: Current understanding and future perspectives *Plant Soil* 515:23–49. <https://doi.org/10.1007/s11104-025-07625-x>
- Zhang M, Liu Y, Han G, Wang B, Chen M (2021) Salt tolerance mechanisms in trees: research progress. *Trees* 35: 1-14 DOI: [10.1007/s00468-020-02060-0](https://doi.org/10.1007/s00468-020-02060-0)
- Zhu J, Liu Z, Li X, Matsuzaki T, Gonda Y (2004) Review: effects of wind on trees. *Journal of Forestry Research* 15:2 153-160 <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02856753.pdf?pdf=inline%20link>

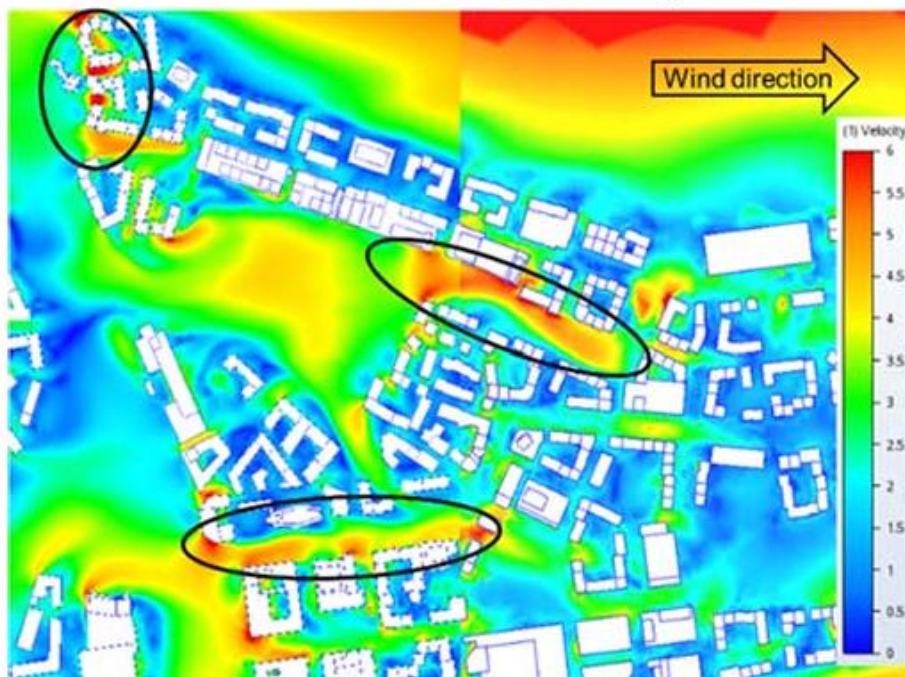
Bilaga 1 – Vind- och vattensimulationer



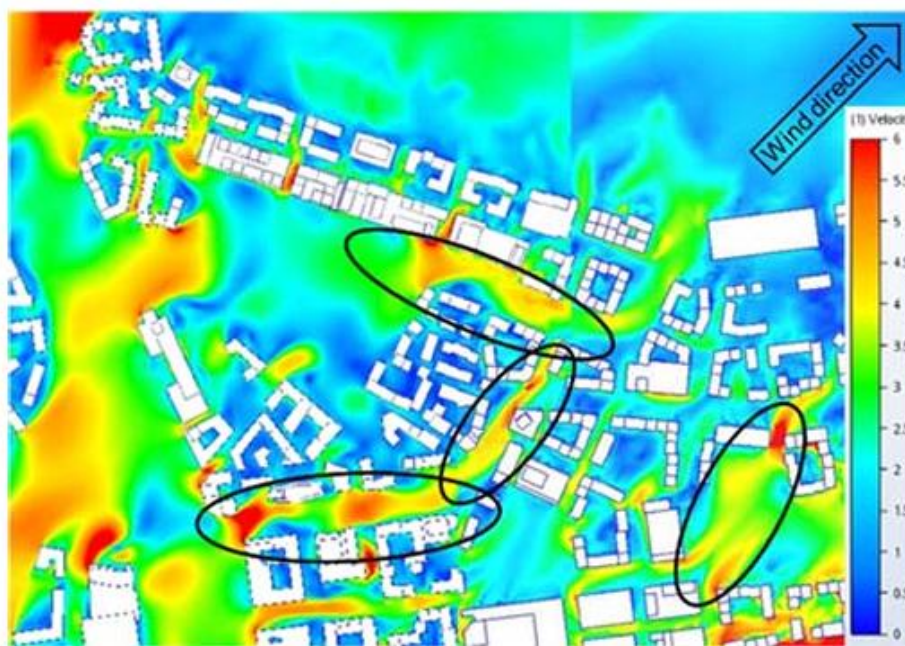
Figur 1. MSB - dataset simulering översvämmade områden upp till 2,71 m (RH 2000) <https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/kustoversvamning.html>



Figur 2. Nyhamnens avrinningsområden enligt Översiktsplanen. [Illustrationsplan]. <https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Nyhamnens/Oversiktsplan-for-Nyhamnens.html> [2026-01-20] FÖP2037-Nyhamnens_antagen-(SBN-2014-379-258)_opt-ua



Figur 3. Resultat av vindsimulationer för västliga vindar. (Johansson & Yahia (2018) [figur].



Figur 4. Resultat av vindsimulationer för sydvästliga vindar. (Johansson & Yahia (2018) [figur].

Bilaga 2 – Befintliga träd inom planområdet

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Antal	Placering	Planteringsår
<i>Salix</i> sp.	Pil/vide (okänd art/sort)	2	Hamnparken	1970
<i>Sorbus intermedia</i> 'Brouwers'	Oxel 'Brouwers'	20	Hamnparken	2009
<i>Pinus sylvestris</i>	Tall	3	Grimsbygatan	2009
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	Kaukasisk vingnöt	7	Frihamnsplatsen	2010
<i>Sorbus intermedia</i>	Oxel	8	Frihamnsplatsen	1950
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Tysklönn	1	Västkustvägen	1970
<i>Platanus x hispanica</i>	Platan	3	Västkustvägen	1994
<i>Crataegus rhipidophylla</i>	Spetshagtorn	1	Kristianiagatan	1990
<i>Acer campestre</i>	Naverlönn	1	Kristianiagatan	1940
<i>Tilia x europaea</i>	Parklind	3	Kristianiagatan	1940
<i>Acer platanoides</i>	Skogslönn	1	Kristianiagatan	1990
<i>Sorbus intermedia</i>	Oxel	6	Kristianiagatan	1990
<i>Crataegus punctata</i> 'Aurea'	Prickhagtorn 'Aurea'	4	Kristianiagatan	1965
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Tysklönn	1	Kristianiagatan	1965
<i>Carpinus betulus</i>	Avenbok	10	Hans Michelsensg.	2011
<i>Populus nigra</i>	Svartpoppel	6	Jörgen Kocksg.	1970
<i>Tilia x europaea</i>	Parklind	5	Jörgen Kocksg.	1990
<i>Tilia cordata</i>	Skogslind	4	Jörgen Kocksg.	1988
<i>Carpinus betulus</i> 'Fastigiata'	Pyramidavenbok	5	Elbegatan	1998

<i>Ulmus 'Sapporo Autumn Gold'</i>	Hybridalm 'Sapporo Autumn Gold'	3	Stormgatan	2025
<i>Alnus cordata</i>	Italiensk al	1	Stormgatan	2025
<i>Ulmus minor 'Hoersholmiensis'</i>	Hörsholmsalm	7	Stormgatan	1975
<i>Sorbus intermedia</i>	Oxel	3	Skeppsbron	1990
<i>Tilia x europaea</i>	Parklind	22	Skeppsbron	1990
<i>Tilia tomentosa</i>	Silverlind	2	Skeppsbron	2018
<i>Tilia x europaea</i>	Parklind	15	Carlsgatan	1995
<i>Platanus x hispanica</i>	Platan	8	Carlsgatan	2010
<i>Pinus nigra</i>	Svarttall	2	Posthusplatsen	2015
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Smalbladig silverbuske	3	Posthusplatsen	2025
<i>Platanus x hispanica</i>	Platan	1	Rälsplatsen	2024
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Kinesträd	3	Rälsplatsen	2016
<i>Quercus rubra</i>	Rödek	1	Rälsplatsen	2016
<i>Acer campestre 'Green Column'</i>	Naverlön 'Green Column'	3	Rälsplatsen	2016
<i>Betula pendula 'Dalecarlica'</i>	Ornäsbjörk	3	Rälsplatsen	2016
<i>Pinus nigra</i>	Svarttall	12	Rälsplatsen	2016
<i>Tilia cordata</i> LINN ('Elin') E	Skoglind LINN E	3	Rälsplatsen	2016
<i>Crataegus x lavalleyi 'Carrierei'</i>	Glanshagtorn 'Carrierei'	1	Rälsplatsen	2016
<i>Ginkgo biloba 'Autumn Gold'</i>	Ginkgo 'Autumn Gold'	6	Rälsplatsen	2020

<i>Gleditsia triacanthos</i> 'Skyline'	Korstörne 'Skyline'	7	Rälsplatsen	2020
<i>Rhus typhina</i>	Rönnsamak	3	Rälsplatsen	2016
<i>Liquidambar styraciflua</i> 'Worplesdon'	Ambraträd 'Worplesdon'	8	Rälsplatsen	2020
<i>Alnus x spaethii</i>	Berlinerlär	1	Rälsplatsen	2020
<i>Fraxinus angustifolia</i> 'Raywood'	Smalbladig ask 'Raywood'	2	Rälsplatsen	2020
<i>Styphnolobium japonicum</i> 'Regent'	Pagodträd 'Regent'	4	Rälsplatsen	2020
<i>Pinus nigra</i>	Svarttall	2	Centralplan	2023
<i>Salix x pendulina f.</i> <i>salamonii</i> 'Sepulcralis' (syn. <i>Salix x sepulcralis</i>)	Kaskadpil	6	Norra Vallgången	2013
<i>Salix x pendulina f.</i> <i>salamonii</i> 'Vitelina-Tristis' 'Resistentia' (syn. <i>Salix x</i> <i>sepulcralis</i> 'Tristis Resistentia')	Häng-gulpil 'Resistentia'	4	Norra Vallgången	2025
<i>Prunus avium</i>	Sötkörsbär	18	Norra Vallgången	2011
<i>Prunus padus</i>	Hägg	15	Norra Vallgången	2011
<i>Quercus petraea</i> fk AGDER	Bergek fk AGDER	6	Norra Vallgången	2025
<i>Pinus sylvestris</i> 'Norske typ'	Tall 'Norske Typ'	7	Norra Vallgången	2025
<i>Salix sp.</i>	Pil/vide (okänd art/sort)	4	Norra Vallgången	2011
		277		

Bilaga 3 – Urvalsprocessen

Databas	Sökord	Genererade artiklar	Använda
Web of Science Avgränsningar: artiklar, engelska,	“urban tree*” AND “Sweden” AND “flood tolerance	0	0
	“urban tree*” AND “Sweden” AND “flooding” OR “waterlogging”	24	Kaur et al (2024)
	“urban tree*” AND “flooding”	33	Sjöman et al (2021)
	“urban tree*” AND “wind tolerance” AND “coast”	0	0
	tree species AND wind tolerance AND coast*	121	Duryea et al (2007) Gardiner et al 2016
	“tree species” AND “wind resistance” AND Europe	12	Gardiner et al 2025
	“urban tree*” AND “wind” AND “resilience” OR “shelter belt”	257	0
	“urban tree* species” AND “wind tolerance” OR “wind adaptation”	Ingen anteckning	Foran (2015), Carol-Aristizabal (2024)
	“tree species” AND “flood tolerance” AND European	94	Glenz et al (2006) Frye & Grosse (1992) Grosse et al (1992)
	PRIMO aktiva filter: vetenskapligt granskade	Tree species waterlogging	449
Aktiva filter: “salt tolerance” exkludera ”genes”, vetenskapligt granskade	Tree species salt tolerance	484	Dmuchowski et al (2022)

Bilaga 4 – Litteraturöversikt

1.

Författare, år: Wolfgang Grosse, Jonathan Frye, Sibylle Lattermann (1992)

Rapport: *Root aeration in wetland trees by pressurized gas transport*

Metod: Ett-åriga plantor, 100 av varje *Populus tremula*, *Tilia cordata*, *Betula pubescens*, *Acer pseudoplatanus*, *Taxodium distichum*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus viridis*, *Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Ilex aquifolium* undersöks för trycksatt gastransport i kontrollerade former under översvämmade förhållanden.

Variabler: Plantor utan jord sattes i glasbehållare med två kammare. Båda kammare har trånga rör för luft för att undvika tryckgradienter. Prover tas från den nedre kammaren och etaninnehållet mäts med gaskromatografi. Responsen av rötternas rotrespiration (netto CO₂-produktion) mäts med infraröd gas-analys. För att generera en tryckgradient behandlades vissa med bestrålning, för att uppskatta temperaturskillnader mellan stammen och luften omkring användes differentialtermometer i barken och på sidan av stammen. Rotvolymen beräknades genom den ökade volymen som uppstod när rötterna sattes i vattenfylld cylinder.

Resultat: Stora skillnader i gasens genomtränglighet bland träd från samma art. I bestrålningsgruppen ökade gasutsläpp för alla arter förutom *Acer pseudoplatanus*, mest för *T. distichum* och *P. tremula*. Utsläppen var för flera arter (även inom arter) ljusberoende. Författarna tolkar detta som att träden, i brist på andra anpassningar, varierar i sin tolerans mot översvämning. *T. distichum* hade hög CO₂-produktion även under simulerade vinterförhållanden. Resultaten tyder på att trycksatt gastransport är en anpassning som utvecklats i permanent- eller säsongsberoende översvämmade ståndorter, gemensamt för många avlägsna släktingar. Detta kunde demonstreras för: *A. glutinosa*, *A. incana*, *B. pubescens*, *T. distichum* och *P. tremula*.

2.

Författare, år: Jonathan Frye, Wolfgang Grosse (1992)

Rapport: *Growth response to flooding and recovery of deciduous trees.*

Metod: 22 lövfällande arter av 1,5-åriga *Betula*, *Acer*, *Prunus* och *Quercus*-arter samt *Fagus grandifolia*, *Fraxinus excelsior*, *Taxodium distichum*, *Salix purpurea*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra* och *Rhamnus cathartica* utsattes för kontrollerade fält-undersökningar under mars 1990 - juli 1990.

Kontrollgruppen med 20 individer/art vattnades enligt standard med fri dränering. Den blöta gruppen med lika många/art hade plast i botten och översvämmades kontinuerligt till 10 cm djup i 120 dagar (10 cm ovan markytan). Dessa dränerades ett par dagar innan slutmätning. Träden övervintrade i plantskola och planterades på nytt i mars påföljande år i liknande bäddar, där båda grupper fick

dränering och mättes en andra gång.

Variabler: Höjd och diameter mäts innan och efter behandlingens slut.

Resultat: *T. distichum* påvisade bättre tillväxt av både höjd och stam under översvämning än utan. Hos *F. excelsior*, *Qu. robur*, *Qu. palustris* och *B. nigra* var höjden opåverkad, *F. excelsior* och *Qu. robur* ökade i stamdiameter medan övriga var opåverkade. För övriga 17 arter var både höjdtillväxt och stamdiameter reducerad. När träden mättes för andra gången hade återigen bara *T. distichum* en stimulerad tillväxt och *S. purpurea* en höjdtillväxt. Övriga träd hade ingen eller reducerad tillväxt. Högst mortalitet hade *Qu. petraea* och *F. grandifolia*, följt av *P. serotina* vid första mätningen. *B. nigra* och *B. pendula* visade tecken på ökad frostkänslighet vid andra mätningen. *A. campestre*, *A. rubrum* och *F. grandifolia* som var retarderade i höjdtillväxt påvisade bättre återhämtning år två. Att båda *Quercus* arter inte skiljdes åt i höjd från början till slutet av experimentet kan ha att göra med en hög förgreningstillväxt. Samtliga arter påvisade hög överlevnadgrad under den andra säsongen.

3.

Författare, år: Edwin Everham III, Nicholas V.L Brokaw (1996)

Rapport: *Forest damage and recovery from catastrophic wind*

Metod: Litteraturöversikt av 100 stormar från 20 länder och 21 stater i USA; 242 arter från 61 familjer från tropiska och tempererade delar av världen.

Resultat: I de fall konsensus råder mellan de granskade artiklarna kan författarna dra vissa slutsatser:

- Vind som orsakar skador beror på vindbyar, snarare än jämna flöden
- Enhetlighet saknas kring hur vindskador ska kvantifieras; storlek på minimum stamdiameter varierar, liksom storleken på provfälten.
- Både biotiska och abiotiska faktorer påverkar graden av skador som i sin tur påverkar återhämtningen, som kan ta fyra vägar: återväxt (skottsättning), frigörande (av andra träd under kronan), rekrytering (etablering av plantor från tidigare successionsarter) eller förtryck (av invasiva örtartade plantor)
- Typ av skada (uppryckning eller brytning) påverkar återhämtningsstrategin.
- Det finns inga tydliga trender kring olika familjers resistens. Breda trender kan utrönas 1) barrträdens lägre resistens jämfört med lövträd som faller sina blad och 2) pionjärträds större känslighet jämfört med senare succession då dessa upptar en dominerande och exponerande position i landskapet. Författarna menar att den andra trenden snarare är en effekt av den första; i tempererade skogar spelar barrträd en tidig roll i den sekundära successionen. Mellan arter handlar resistensen om morfologiska skillnader (trästyrka, trädgeometri, rötternas djup och struktur) och kan lätt förväxlas med skillnader i exponering, markens egenskaper, skogsvård och olika populationer av samma art.

Endast vindresistenta arter från tempererade delar redogörs för med medel till hög resistens: *Acer saccharum*, *Betula alleghaniensis*, *Betula nigra*, *Caprinus caroliniana*, *Ostrya virginiana*, *Cornus florida*, *Thuja occidentalis*, *Fagus grandifolia*, *Quercus alba*, *Q. borealis*, *Q. laurifolia*, *Q. nigra*, *Q. rubra*, *Q. velutina*, *Q. virginiana*, *Liquidambar styraciflua*, *Carya aquatica*, *Magnolia grandifolia*, *M. virginiana*, *Nyssa aquatica*, *Nyssa sylvatica*, *Fraxinus americana*, *F. pennsylvanica*, *Larix decidua*, *Pinus elliotii*, *P. lambertiana*, *P. palustris*, *P. resinosa*, *P. serotina*, *P. strobus*, *Pseudotsuga menziesii*, *Tsuga canadensis*, *Tsuga heterophylla*, *Platanus occidentalis*, *Populus grandidentata*, *Tilia americana*, *Ulmus alata*, *U. americana*.

4.

Författare, år: T.T. Kozlowski 1997

Rapport: Responses of woody plants to flooding and salinity

Metod: I sin monografi behandlar Kozlowski vedartade växters strategier för att hantera översvämning med salthaltigt vatten, under hela livscykeln från frö till vuxen individ. Författaren gör en genomgång av befintlig kunskap kring lignosers respons på översvämning respektive salthalt i markvattnet, eftersom kombinationen påverkar tillväxt och överlevnad mer än de två stressfaktorerna var för sig. Fokus ligger på hur de morfologiska och fysiologiska processerna hos lignoser påverkas av dessa faktorer. Författarens översikt inkluderar arter som utvecklat specifika strategier, utan att konstatera att arten är tolerant eller till vilken grad. Där tolerans konstateras inkluderas arten i tabell 1. Artlistorna nedan används därför som komplement till övriga studier. Arter som förekommer mer än en gång är markerade med **fetstil**. Kozlowski konstaterar att angiospermer i allmänhet klarar översvämning bättre än gymnospermer. Översikten visar att det kan finnas stor variation i tolerans inom ett släkte, såsom *Eucalyptus*, *Nyssa*, *Pinus* och *Prunus*. Även salttoleransen kan variera stort, mellan närbesläktade arter såväl som provenienser.

Resultat - Översvämning

Arter som utvecklar adventivrötter som anpassning till översvämning:

- Angiospermer: *Acer negundo*, ***Acer rubrum***, *Alnus glutinosa*, *Alnus rubra*, *Amorpha fruticosa*, ***Betula nigra***, *Cephalanthus occidentalis*, ***Cydonia oblonga***, ***Eucalyptus camaldulensis***, ***Eucalyptus globulus***, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus saligna*, *Fraxinus americana*, ***Fraxinus mandshurica***, ***Fraxinus pennsylvanica***, ***Hevea brasiliensis***, *Liriodendron tulipifera*, *Malus domestica*, *Melaleuca quinquenervia*, *Nyssa aquatica*, *Nyssa sylvatica*, ***Platanus occidentalis***, ***Populus deltoides***, *Populus nigra*, *Populus trichocarpa*, ***Quercus macrocarpa***,

Quercus robur, *Salix alba*, *Salix atrocinerea*, *Salix discolor*, *Salix fragilis*,
Salix hookeriana, *Salix lasiandra*

- Gymnospermer: *Picea sitchensis*, ***Pinus contorta***, *Pinus eliottii* var. *elliotti*, *Sequoia sempervirens*, *Tamarix aphylla*, *Tamarix gallica*, *Taxodium distichum*, *Thuja plicata*, *Tsuga heterophylla*

Arter som bildar förstörade lenticeller på växtdelar (rötter och stammar) under vatten:

- Angiospermer: ***Betula nigra***, ***Cydonia oblonga***, ***Eucalyptus camaldulensis***, ***Eucalyptus globulus***, ***Fraxinus pennsylvanica***, ***Hevea brasiliensis***, ***Platanus occidentalis***, ***Populus deltoides***, *Pyrus communis*, *Pyrus betulaefolia*, *Pyrus calleryana*, *Pyrus persica*, ***Quercus macrocarpa***, ***Salix nigra***, ***Ulmus americana***
- Gymnospermer: *Abies balsamea*, *Araucaria bidwellii*, *Larix laricina*, *Picea canadensis*, *Picea mariana*, *Picea pungens*, *Picea rubens*, *Pinus banksiana*, *Pinus caribaea*, *Pinus clausa*, *Pinus coulteri*, *Pinus monticola*, *Pinus ponderosa*, *Pinus resinosa*, *Pinus rigida*, ***Pinus serotina***, *Pinus strobus*, *Pinus sylvestris*, ***Pinus taeda***, *Pinus virginiana*, *Taxus brevifolia*, *Taxus cuspidata*

Andra egenskaper och reaktioner på översvämning, samt arter som uppvisar dessa:

- Allmänt: *Prunus cerasifera* 'Newport'
- Behåller bladen: ***Betula nigra***
- Ökad kambial tillväxt/ stamdiameter: *Cryptomeria japonica*, ***Fraxinus mandshurica***, ***Nyssa aquatica*** (även höjden och biomassan ökar), *Pinus densiflora*, *Pinus halepensis*, *Thuja orientalis*
- Bibehållen turgor och vattenpotential i bladen trots stängda stomata: ***Eucalyptus camaldulensis***, ***Eucalyptus globulus***, *Melaleuca quinquenervia*, ***Populus deltoides***, *Quercus falcata* var. *pagodaefolia*, ***Quercus macrocarpa***, ***Salix nigra***, ***Ulmus americana***
- Absorberar mer mineralämnen som reaktion på stående vatten: ***Acer rubrum***, *A. saccharinum*, ***Fraxinus pennsylvanica***, ***Nyssa aquatica***, ***Platanus occidentalis***, ***Populus deltoides***, ***Taxodium distichum***
- Bättre utveckling av aerenkym: ***Pinus contorta***, ***Pinus serotina***, ***Pinus taeda***
- Större genomtränglighet i kambium för intern luftning av stammen: ***Fraxinus pennsylvanica***, ***Nyssa aquatica***
- Metabola anpassningar: *Nyssa sylvatica* var. *biflora*

Resultat - Salthalt

- Ökat antal xylemkärl som också blir smalare (vilket är typiskt för halofyter): *Aesculus hippocastanum*
- Relativt stabil CO₂-koncentration i bladen trots olika saltkoncentrationer: *Taxodium distichum*
- Utsöndrar överskottssalt genom saltkörtlar: *Tamarix spp.*

5.

Författare, år: Charles D. Canham, Michael J. Papaik, and Erika F. Latty (2001)

Artikel: *Interspecific variation in susceptibility to windthrow as a function of tree size and storm severity for northern temperate tree species*

Lignoser: Undersöker bestånd i Adirondackbergen i New York efter en storm (120 km/h) 1995 genom att titta på vilka träd som utsattes för vindkast genom uppräckning eller vridning och hur detta relaterar till landskapets topografi samt stormens rörelse genom området. Sker dels i fält genom observationer och mätningar av berörda träd. Undersökta fält analyseras statistiskt i relation till uppskattningar av lokal stormintensitet, parametrar för artspecifik som trädstorlek variation och mottaglighet för vindkast. Berörda träd (97% av beståndet): *Acer rubrum*, *Acer saccharum*, *Betula alleghaniensis*, *Fagus grandifolia*, *Picea rubens*, *Prunus serotina*, *Tsuga canadensis*.

Resultat: Mest utsatta var *Prunus serotina* och *Picea rubens* i alla lägen. Minst utsatta för vindkast var *B. alleghaniensis* och *A. saccharum*. De tre mest skuggtåliga arterna (*F. grandifolia*, *T. canadensis* och *A. saccharum*) hade låga nivåer av vindkast. Detta hade enligt studien kunnat tolkas som att det finns ett positivt samband mellan skugg-intolerans och vindkast, eftersom de arter som var minst skuggtåliga också hade höga nivåer av vindkast. Författarnas fältobservationer antyder att både rödlönn och gulbjörk faller av stora delar av sina trädkronor och på så vis minskar vindbelastningen samt ökar överlevnaden. Med ökande storlek ökade sannolikheten för vindkast. Arter i urskogsbeståndet hade högre tolerans mot vindkast än i sekundärtillväxten.

6.

Författare, år: Ülo Niinemets, Fernando Valladares (2006)

Artikel: *Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate northern hemisphere trees and shrubs.*

Lignoser: En översikt av 806 träd och buskar från Nordamerika, Europa, Väst- och Östasien sätts i skalor för tolerans mot skugga, torka och översvämning.

Variabler: Använder sig av Whitlow & Harris (1979) kvalitativa översvämningstolerans-skala: 5 (väldigt tolerant = hanterar översvämning över ett år), 4 (tolerant = djup översvämning under tillväxtsåsongen), 3 (lagom tolerant = klarar vattenmättnad i en månad under tillväxtperioden), till 1 (intolerant = ett par dagars översvämningstolerans under tillväxtperioden). Medelvärden användes

från samtliga artiklar i den statistiska analysen. Opålitliga värden eliminerades och data korskallibrerades för att generera homogena rangordningar av skugg-tork- och översvämningstolerans enligt den femgradiga skalan.

Resultat: Negativ korrelans mellan skugg- och torktolerans, samt kompromiss mellan torka - och översvämningstolerans. 32 arter var både skugg och översvämningstoleranta, bland annat: *Acer rubrum*, *A. saccharinum*, *Aesculus turbinata*, *Chamaecyparis thyoides*, *Fraxinus* spp., *Ilex* spp., *Persea borbonia*, *Pinus glabra*, *Planera aquatica*, *Ulmus davidiana*. 21 arter var både tork- och översvämningstoleranta: *Amelanchier laevis*, *Pinus serotina*, *Rhus copallina*, *Tamarix ramosissima*, *Taxodium distichum*. I Europa var de mest översvämningstoleranta: *Alnus glutinosa*, *Populus* spp. och *Salix* spp.. Japanska blötskogar: *Alnus japonica*, *Fraxinus mandschurica*, *Ulmus davidiana* och *Salix* spp.. Den klart starkaste toleransen har *Taxodium d.* från våtmarksskogarna i sydöstra USA, som hanterar översvämning året runt.

7.

Författare, år: Glenz C, Schlaepfer R, Iorgulescu I, Kienast F (2006)

Artikel: *Flooding tolerance of Central European tree and shrub species*

Lignoser: Centraleuropeiska buskar och träd utvärderas för tolerans av anoxia utifrån kvalitativa data om befintliga arters anpassningsmekanismer. Författarna redogör för en klusteranalys av 65 träd- och buskarter som rankas i enlighet med Niinemets (2006).

Resultat: Översikten bekräftar samstämmighet i forskningen; vedartade angiospermer tolererar översvämning bättre än vedartade gymnospermer, de flesta arter utvecklar finrötter för att låta de översvämmade rötterna dö av, lenticeller är ofta närvarande i flera *Populus*, *Salix* och *Alnus*-arter, medan aerenchyma utvecklas hos betydligt färre: *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus sylvestris*, *Populus alba*, *Salix fragilis*, *S. m. nigricans* och *S. pentandra*. Hög översvämningstolerans (4) har *Alnus incana*, *A. viridis*, *Frangula alnus*, *Populus nigra*, *Salix purpurea*, *S. appendiculata*. Väldigt hög tolerans (5) har *Alnus glutinosa*, *Salix cinerea*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *S. eleagnos*, *S. daphnoides*, *S. m. nigricans*, *S. alba*, *S. fragilis*, *S. pentandra*. I sin översikt konstaterar författarna att det finns flera svårigheter kring att göra systematiska klassifikationer av översvämningstolerans, då de flesta studier saknar tillräckligt med kvalitativa data. Relevanta faktorer undersöks inte med hänsyn till liknande utvecklingsstadium vilket gör att det verkar finnas många olika responser inom samma art.

8.

Författare, år: Mary L Duryea, Eliana Kampf, Ramon C Littell (2007)

Artikel: *Hurricanes and the Urban Forest: I. Effects on Southeastern United States Coastal Plain Tree Species*

Lignoser: Studerade effekten av 9 orkaner på över 80 arter i sydöstra kustlandet, USA. **Variabler:** Diameter i brösthöjd, stående/lutande/fallna träd kategoriserades. Lutande >45° bedömdes som fallna. Trädkronor bedömdes för grenförlust i % och bladförlust. För att bedöma varför vissa träd var mer resilienta bedömdes även plantering bestånd (<5 träd) eller enskilt. För att relatera kronans egenskaper till vindskador användes information om krondensitet och tillväxtform (med eller utan apikal dominans). Data analyserades statistiskt. Forskarna genomförde även en enkätundersökning med experter och litteraturstudie där data från fältundersökningen jämfördes med både enkät och litteraturstudie för att bekräfta data.

Resultat: Högst överlevnad (<90%) hade *Acer rubrum*, *A. sachharinum*, *Platanus occidentalis*, *Quercus geminata*, *Q. virginiana*, *Q. myrtiflora*, *Q. laurifolia*, *Ilex opaca*, *Magnolia grandiflora*, *M. virginiana*, *Carya blabra*, *C. illinoensis*, *Myrica cerifera*, *Liquidambar styraciflua*, *Lagerstroemia indica*, *Cinnamonum camphora*, *Taxodium ascendens*, *Taxodium distichum*, *Pinus palustris*, *Pinus elliottii* och *Cornus florida*.

>25% förlust av grenar hade *Juniperus virginiana* var. *silicicola*, *Platanus occidentalis*, *Q. laurifolia*.

>10 % hade *Liriodendron tulipifera*, *Pinus taeda*, *L. indica* och *Ilex opaca*.

Efter jämförelse med enkätundersökning och litteraturöversikt:

Högt vindmotstånd: *Carya floridana*, *Cornus florida*, *Ilex cassine*, *Ilex glabra*, *Ilex opaca*, *Lagerstroemia indica*, *Magnolia grandiflora*, *Quercus geminata*, *Q. laevis*, *Q. myrtifolia*, *Q. virginiana*, *Podocarpus* spp., *Vaccinium arboreum*, *Taxodium distichum*, *T. ascendens*.

Medelhögt vindmotstånd: *Acer saccharinum* subsp. *floridanum*, *Acer palmatum*, *Betula nigra*, *Carpinus carliniana*, *Carya glabra*, *Carya tomentosa*, *Cercis canadensis*, *Chionanthus virginicus*, *Diospyros virginiana*, *Fraxinus americana*, *Liquidambar styraciflua*, *Magnolia virginiana*, *Magnolia x soulangiana*, *Nyssa aquatica*, *Nyssa sylvatica*, *Ostrya virginiana*, *Prunus angustifolia*, *Quercus michauxii*, *Quercus stellata*, *Ulmus alata*.

Studien bekräftar tidigare studier där man sett en positiv korrelation mellan stamstorlek och vindskador (där större träd är mer benägna att skadas).

9.

Författare, år: Helen Sirensjö (2014)

Artikel: *Saltpåverkan på lignoser – en systematisk litteratursammanställning och analys av toleranta arter*

Lignoser: Författaren har gjort en systematisk litteratursammanställning kring “arter som i facklitteratur och forskningsrapporter beskrivs som toleranta, måttligt

toleranta eller känsliga för saltpåverkan” samt vilken/vilka studier som understödjer dessa beskrivningar. En art kan med andra ord ha beskrivits olika av olika studier. Här listar vi de trädarter som i sammanställningen angetts som toleranta och/eller måttligt toleranta mot både spraysalt och marksalt alternativt salt i allmänhet, oavsett hur många studier som står bakom. Dock har vi utelämnat de arter som har beskrivits som toleranta/måttligt toleranta enligt en studie och känsliga enligt en annan, eftersom det innebär ett större osäkerhetsmoment kring toleransen. Arter som förekommer mer än en gång är markerade med **fetstil**.

Resultat:

- Arter som är toleranta mot spraysalt och marksalt alt. salt i allmänhet:
*Acer platanoides, Acer pseudoplatanus, Aesculus hippocastanum, Ailanthus altissima, Alnus glutinosa, Betula alleghaniensis, Betula lenta, Betula papyrifera, Betula populifolia, Chamaecyparis pisifera, Fraxinus americana, Fraxinus excelsior, Fraxinus pennsylvanica, **Ginkgo biloba**, Gleditsia triacanthos, Juglans nigra, Juniperus chinensis, Juniperus communis, Juniperus virginiana, Koelreuteria paniculata, Magnolia grandiflora, Morus alba, **Pinus mugo**, Pinus nigra, Pinus thunbergiana, Populus alba, Populus grandidentata, Prunus laurocerasus, Prunus serotina, Quercus alba, Quercus macrocarpa, Quercus robur, Quercus rubra, Quercus virginiana, Rhus typhina, **Robinia pseudoacacia**, Tamarix spp., Taxus baccata, Taxus cuspidata, **Ulmus americana***
- Arter som är måttligt toleranta mot spraysalt och marksalt alt. salt i allmänhet:
*Acer platanoides, Acer buergerianum, Carya ovata, Corylus avellana, **Ginkgo biloba**, Robinia pseudoacacia, Tilia spp, **Ulmus americana**, **Ulmus parvifolia***
- Arter som är toleranta mot spraysalt och måttligt toleranta mot marksalt:
*Crataegus crus-galli, Picea glauca, Picea pungens, **Pinus mugo**, Sophora japonica, **Ulmus parvifolia***
- Arter som är måttligt toleranta mot spraysalt och toleranta mot marksalt:
Magnolia virginiana, Tamarix ramosissima, Vitex agnus-castus

10.

Författare, år: Henrik Sjöman & Johan Slagstedt (red.), 2015a

Litteratur: *Träd i urbana landskap*

Metod: 12 författare som genom insamling av både vetenskaplig forskning och populärvetenskapliga skrifter skapat en publikation som behandlar hur urvalet för rätt träd på rätt plats kan ske i urbana stadsmiljöer. Dessa aspekter är särskilt viktiga att ta hänsyn till: Härdighet och friskhet → Succession → Tolerans för växtplatsen → Funktion/Kulturhistoriska värden → Skötsel → Växtsätt → Estetiska/sociala kvaliteter.

Resultat: För salttolerans skiljer författarna på marksalt och luftsalt. Strategier för att hantera luftsalt: många och täta knoppfjäll, sent bladutspring. Strategier för att

hantera marksalt: att begränsa eller utesluta salt från att ta sig in i växten. Toleranta arter listas i tabell 3.10.

I beaktandet av vinden som stressfaktor varnar författarna för att endast plantera pionjärer i lähäckar, där begränsade resurser kommer leda till att träden även begränsas i sin utveckling. Råder inkludering av amträd i läplantering och buskar eller skuggtåliga arter i nedre skikt. Belyser vikten av stadsplanering för att begränsa vindens framfart, ex ger raka gator större rum för vinden, medan koncentrisk gatunät silar vinden. Strategier för att hantera vindutsatta lägen: fri rotutveckling, stark vedstruktur, utveckling av flaggkrona, långsam tillväxt, vaxlager på blad och barr, behåring. Toleranta arter listas i tabell 2.17 (som även inkluderar tolerans för havsvind) och tabell 3.7.

För översvämningståliga planteringar är det viktigt att ha markstrukturen i åtanke, då lera lätt blir vattenmättad medan en sandig jord har låg skrymdensitet. När översvämningen sker, hur länge den pågår och hur mycket vatten det rör sig om är avgörande, även topografin påverkar översvämningens intensitet. Författarna menar att få arter kan hantera översvämning under vegetationsperioden. Tidiga arter (i successionen) är bättre på att hantera översvämning. Strategier för översvämning: bladreducering, syreintag via lenticeller, utveckling av adventiva rotsystem, skjuta rot-och stubbskott, förmågan att göra sin egen näring via kvävefixering. Författarna varnar för att översätta andra kontinenters tåliga arter till svenska förhållanden, då faktorer som sommarens längd och temperatur påverkar toleransen. Ger exempel på arter som kan hantera kortvarig översvämning (utan specifikation på längd) i tabell 2.18. Samtliga tabeller är inkluderade i resultatet.

11.

Författare, år: Christy M. Foran, Kelsie M Baker, Michael Narcisi, Igor Linkov, 2015

Artikel: *Susceptibility assessment of urban tree species in Cambridge, MA, from future climatic extremes*

Lignoser: Litteraturstudie där författarna samlar kunskap från stadsarkiv, historiska dokument och framtida klimatprojiceringar för Cambridge, Massachusetts. Olika arters tolerans mot extrema väderfaktorer bedöms (vind, salt, översvämning, värmestress, snöskador, angrepp av asiatiska långhornbaggar), i syfte att undersöka toleransen hos det befintliga trädbeståndet. Utifrån detta kunskapsunderlag bedöms bland annat arternas förmåga att klara ett storm-scenari (119–153 km/h) med en kombination av faktorerna vind, saltvatten och översvämning. Urvalet av arter baseras på stadens trädatabas, och omfattar de mest förekommande arterna som tillsammans utgör 90% av alla identifierade träd. Det innebär att 34 arter har inkluderats och bedömts i studien.

Resultat: Följande arter har enligt studien medium eller hög tolerans mot samtliga faktorer, vind, översvämning och salt: *Thuja* spp., *Fraxinus americana*, *Malus* spp., *Ulmus* spp., *Gleditsia triacanthos*, *Acer campestre*, *Quercus rubra*, *Q. palustris*, *Sophora japonica*

12.

Författare, år: Andreas Roloff, Sten Gillner, Rico Kniesel, Deshun Zhang (2018)

Artikel: *Interesting and new street tree species for European cities*

Lignoser: I denna studien har man utgått från Kina för att identifiera urbana gatuträd som skulle kunna vara aktuella för europeiska städer i ett framtida förändrat klimat. Urvalet av trädarter gjordes först utifrån vinterhärdighet och trädhöjd samt för platsspecifika faktorer som medelvärde för nederbörd samt känslighet mot vissa specifika urbana platsförhållanden. Därefter utvärderade man trädens vitalitet i 70 olika urbana gatumiljöer i Beijing, under tre research-tillfällen hösten 2010, 2012 och 2015. Resultatet blev en lista med 40 arter som författarna menar är intressanta att testa och utvärdera för europeiska förhållanden. Fokus låg specifikt på att utvärdera arter för varma och torra förhållanden, men eftersom listan också innehåller information om arternas känslighet mot stående vatten respektive vägsalt kan denna information komplettera de övriga studierna vi tittat på. Författarna har noterat vilka arter som är känsliga mot dessa faktorer snarare än vilka som är toleranta - de arter som inte är markerade som känsliga får då anses vara mer eller mindre toleranta.

Resultat: Följande arter har enligt studien ingen känslighet mot vare sig stående vatten eller vägsalt: *Acer truncatum*, *Ailanthus altissima* (invasiv; ej tillåten att plantera i EU), *Celtis bungeana*, *Celtis sinensis*, *Cornus walterei*, *Eucommia ulmoides*, *Fraxinus chinensis*, *Populus laurifolia*, *Populus tomentosa*, *Quercus acutissima*, *Quercus mongolica*, *Tilia mandshurica*, *Ulmus laciniata*, *Ulmus macrocarpa*

13.

Författare, år: Barry Gardiner (2021)

Artikel: *Wind damage to forests and trees: a review with an emphasis on planted and managed forests*

Lignoser: Översikten behandlar kunskapsläget om vindskador på träd och planterade skogar och diskuterar utvecklingen som skett sedan den systematiska forskningen började för 50 år sedan. Forskare identifierade redan då en rad nyckelfaktorer i processerna kring vindskador:

- trädens motståndskraft mot brytning är en funktion av stam - och grenlängd.
- trädens motståndskraft mot uppryckning beror på rotarkitekturen, en funktion av jordtyp och grundvattendjup. Den är också korrelerad med stamvikt.
- vindlasten på träd påverkas av skogens struktur, topografi och vindturbulens och

stiger linjärt med vindhastigheten för skogsträd. Individer påverkas av granträdens storlek. Öregelbundna skogar har ett större spektrum av vindlast på individer. Vindlasten förändras i kanten av skogen. Den blir också märkbart lättare med gallring som utförs tidigt och ofta.

- träden själva modifierar vinden ovanför skogen

- ett exponerat läge kommer utsätta träden för starkare vindar och tvinga träden att öka sin resiliens.

- överlag verkar gymnospermer vara mindre stabila än angiospermer.

Resultat: Träd med högre resiliens mot vindskador: *Pinus sylvestris*, *P. pinaster*, *Picea sitchensis*, *Larix decidua*, *Carpinus betulus*, *Quercus. robur*, *Q. petraea*. Ej resilienta eller ambivalent resilienta pga motsägande studier: *Populus* spp, *Picea abies*.

14.

Författare, år: Sjöman H, Levinsson A, Emilsson T, Ibrahimova A, Alizade V, Douglas P, Wiström B (2021)

Rapport: *Evaluation of Alnus subcordata for urban environments through assessment of drought and flood tolerance*

Lignoser: Totalt 48 krukodlade, 2-åriga sticklingar av *Alnus subcordata* i randomiserade växthusexperiment: 16/ behandling, 16 kontroll. Insamlade från södra Azerbajdzan. Sticklingar i blöta gruppen med hela rotsystemet översvämmat i 63 dagar. Sticklingar i torra gruppen bevattades inte för samma period.

Variabler: Höjdskillnader mellan behandlingar, vattenstatus genom bedömning av vattenpotential (Ψ_L) och stomatal ledningsförmåga (g_s). För torktolerans bedömdes bladets Ψ_L vid turgorförlust (Ψ_{P0}) i relation till vattenstatus över tid. Sticklingar som torkbehandlades vägdes kontinuerligt under behandlingen. I slutet av experimentet noterades planthöjd, rothalsens diameter och eventuell närvaro av adventivrötter.

För Ψ_L : Ett moget ljusexponerat blad från varje stickling sattes i tryckkammare.

För g_s : Ett moget ljusexponerat blad från varje stickling mättes med porometer

Resultat: Torkstressade sticklingar visnade efter två veckor, allt vatten förbrukades inom 6 dagar. Alla översvämmade sticklingar producerade adventivrötter och påvisade hög stomatal ledningsförmåga, utökad stamdiameter, begränsad höjdlängd jämfört med kontrollgruppen, för Ψ_L ingen signifikant skillnad i jämförelse med kontrollgruppen.

15.

Författare, år: Mingjing Zhang, Yanlu Liu, Guoliang Han, Baoshan Wang, Min Chen (2021)

Rapport: *Salt tolerance mechanisms in trees: research progress*

Metod: Enligt författarna finns det kunskapshål kring mekanismerna bakom salttolerans och studier saknas. Översikten ger en detaljerad genomgång av olika mekanismer som jon-balans, osmotisk justering och stressresponser som leder till ROS-produktion (reactive oxygen species) och antioxiderande enzymer som SOD (superoxiddismutas). En inblick i ny forskning kring gener relaterade till salttolerans gör att författarna kan rekommendera ytterligare sätt att förbättra trädets tolerans, där man kan selektera för att aktivera särskilda gener relaterade till jonbalansen eller genom att på transkriptionsnivå selektera för uttryck.

Resultat: Följande träd uppges som medel-väldigt toleranta mot salt (endast relevanta arter med hänsyn till hårdighet redogörs för): *Elaeagnus angustifolia*, *Populus euphratica*, *Gleditsia sinensis*, *Robinia pseudoacacia*, *Taxodium mucronatum*, *Rhus typhina*, *Olea europaea*, *Fraxinus chinensis*, *Ulmus pumila*, *Gleditsia sinensis*, *Toona sinensis*, *Morus alba*, *Morus indica*, *Catalpa bungei*, *Koelreuteria paniculata*, *Ginkgo biloba*, *Quercus rubra*.

16.

Författare, år: Dmuchowski et al (2022)

Rapport: *Strategies of Urban Trees for Mitigating Salt Stress: A Case Study of Eight Plant Species*.

Metod: Syftet med studien var att undersöka hur saltstress i urban miljö påverkar arter med olika saltkänslighet: *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Ginkgo biloba*, *Gleditsia triacanthos*, *Platanus x hispanica*, *Quercus rubra*, *Tilia x euchlora*, *Robinia pseudoacacia*. Utförs genom att mäta den kemiska sammansättningen i bladen, jonbalansen samt förmågan att producera och ackumulera polyphenoler i bladen. Polyphenoler tros ha en beskyddande funktion: de kan motverka reaktiva syrearter, reglera transporten av NaCl och förändra cellväggarnas kemiska sammansättning för att på så vis öka förmågan att hantera saltstress.

Resultat: Olika arter har olika strategier för att hantera saltstress, och de undersökta arterna kategoriseras i grupper med låg, medel respektive hög känslighet samt vilken huvudstrategi de använder sig av. Vissa av de studerade arterna producerade stora mängder polyphenoler: *A. campestre*, *G. biloba*, *G. triacanthos*, *T. x euchlora*.

- Arter med låg sensitivitet: *Q. rubra*, *R. pseudoacacia*, *G. triacanthos*, *A. campestre*
- Arter med medel sensitivitet: *P. x hispanica*, *G. biloba*

17.

Författare, år: Laurie Fox och Joel Koci (2022)

Rapport: *Trees and Shrubs that Tolerate Saline Soils, Salt Spray and De-icing Salts*

Metod: Artikeln diskuterar orsaker och symptom på saltskador hos träd och buskar i allmänhet, samt förslag till åtgärder för att hantera saltets påverkan på växtligheten. Författarna listar också salttoleranta arter som de rekommenderar vid plantering i miljöer som på olika sätt utsätts för salt, via marken, luften och mänskliga åtgärder som halkbekämpning.

Resultat: *Acer buergerianum*, *Acer campestre*, *Acer rubrum*, *Acer pseudoplatanus*, *Aesculus hippocastanum*, *Aesculus pavia*, *Amelanchier arborea*, *Amelanchier canadensis*, *Betula nigra*, *Betula populifolia*, *Catalpa speciosa*, *Celtis laevigata*, *Chionanthus virginicus*, *Crataegus x lavalleyi*, *Crataegus phaenopyrum*, *Crataegus viridis*, *Cryptomeria japonica*, *Diospyros virginiana*, *Fraxinus americana*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Ginkgo biloba*, *Gleditsia triacanthos*, *Gymnocladus dioica*, *Ilex opaca*, *Juglans nigra*, *Juniperus virginiana*, *Koelreuteria paniculata*, *Larix decidua*, *Liquidambar styraciflua*, *Maackia amurensis*, *Magnolia grandiflora*, *Magnolia virginiana*, *Nyssa sylvatica*, *Picea pungens*, *Pinus nigra*, *Pinus palustris*, *Pinus taeda*, *Pinus thunbergiana*, *Populus alba*, *Prunus pensylvanica*, *Prunus serotina*, *Quercus alba*, *Quercus macrocarpa*, *Quercus nigra*, *Quercus palustris*, *Quercus phellos*, *Quercus rubra*, *Quercus stellata*, *Quercus virginiana*, *Robinia pseudoacacia*, *Sassafras albidum*, *Salix alba*, *Salix matsudana*, *Sophora japonica*, *Syringa reticulata*, *Taxodium distichum*, *Ulmus parvifolia*, *Vitex angustifolia*

18.

Författare, år: Jessica Frigerio, Giulia Capotorti, Eva Del Vico, Malika Ouled Larbi, Fabrizio Grassi, Carlo Blasi, Massimo Labra, Werther Guidi Nissim (2023)

Rapport: *Tree tracking: species selection and traceability for sustainable and biodiversity-friendly urban reforestation.*

Metod: 36 arter utvärderas för ett framtida prognostiserat klimat i en urban skog i norra Italien. Med hjälp av DNA-streckkodning undersöks spårbarhet och ekofysiologiska markörer för skugga, torka, översvämning. Dessa klassificeras för översvämning enligt Whitlow & Harris (1979) 1-5.

Gymnospermer tillhörande *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Taxus*.

Angiospermer tillhörande: *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Castanea*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Laburnum*, *Malus*, *Ostrya*, *Populus*, *Prunus*, *Quercus*, *Salix*, *Sorbus*, *Tilia*, *Ulmus*.

Resultat: För översvämningstolerans: *S. alba* (>4), *A. glutinosa*, *Populus nigra*, *Prunus padus* (3-4). *F. angustifolia*, *F. excelsior*, *P. sylvestris*, *F. ornus*, *Ulmus minor* (2-3).

19.

Författare, år: Maribel Carol-Aristizabal, Jérôme Dupras, Christian Messier, Rita Sousa-Silva (2023)

Rapport: *Which Tree Species Best Withstand Urban Stressors? Ask the Experts*

Metod: Stress definieras som en miljöfaktor med försvagande effekt och tolerans som en förmåga att vidhålla normal tillväxt trots stress. Expert definieras som yrkesverksam inom urbana skogsindustrin. Studien använder expertkunskap om träarter i Nordamerika för att klassificera deras tolerans till flera stressfaktorer (kompaktering, luftföroreningar, isstormar, snö, salt, starka vindar, torra och extrema temperaturer). Träinventeringar från åtta storstäder sällades till de 20 vanligaste arterna och utgjorde underlaget till den data som granskades av experter. Dessa filtrerades av forskare och yrkesverksamma i flera omgångar.

Resultat: Mest tolerant mot starka vindar (1-3): *Juglans nigra*, *Quercus spp.*: *Quercus alba*, *Q. rubra*, *Q. palustris*. Minst toleranta (3-5): *Picea abies*, *Pinus strobus*, *Populus spp*, *Pyrus castellana*, *Salix spp*.

Mest toleranta mot saltskador: *Fraxinus pennsylvanica*, *Gleditsia triacanthos*, *Celtis occidentalis*, *Gymnocladus dioicus*. Minst toleranta: *Pinus strobus*, *Acer saccharum*, *Abies balsamea*, *Betula spp*, *Cornus spp*.

20.

Författare, år: Anna Levinsson, Tobias Emilsson, Henrik Sjöman, Björn Wiström (2024)

Rapport: *Using stomatal conductance capacity during water stress as a tool for tree species selection for urban stormwater control systems*

Metod: Försöket omfattar *Acer saccharinum*, *Cercidiphyllum japonicum*, *Fraxinus ornus*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Magnolia x loebneri*, *Quercus palustris*, *Rhamnus cathartica*, *Sorbus torminalis*, och *Tilia tomentosa* med olika förväntad tolerans mot stående vatten. Småplantor (60-10 cm höga) utsattes för vattenstress i 2 dagar, 5 dagar respektive 71 dagar. Dessa försöklängder motsvarar enligt forskarna en optimal dränering (2 dgr), mindre optimal dränering (5 dgr) samt ingen dränering alls (71 dgr), enligt svensk standard.

- Förväntat låg tolerans: *Magnolia x loebneri*, *Tilia tomentosa*, *Sorbus torminalis*
- Förväntat medel tolerans: *Cercidiphyllum japonicum*, *Rhamnus cathartica*, *Fraxinus ornus*
- Förväntad hög tolerans: *Quercus palustris*, *Acer saccharinum*, *Fraxinus pennsylvanica*

Variabler: Plantornas transpirationsförmåga, dvs. gasutbyte via stomata, och vattenpotentialen hos bladen uppmättes regelbundet under 71 dagar, liksom eventuella morfologiska anpassningar som plantorna uppvisade.

Resultat: Alla arter klarade vattenstress i nästan 30 dagar innan den permanenta vissningsgränsen inföll hos vissa plantor. Fyra arter påverkades redan efter 2

dagar, och bara de förväntat mest toleranta arterna klarade mer än 5 dagar utan att uppvisa påverkan i form av reducerad transpirationsförmåga. Ett överraskande resultat var att *Magnolia x loebneri* visade en högre anpassningsförmåga och tolerans än förväntat. Författarna tror att det kan bero på att en av föräldrarna är *Magnolia stellata*, som förekommer naturligt i sumpmarker.

- Mest toleranta (utan inbördes rangordning): *Rhamnus cathartica*, *Quercus palustris*, *Acer saccharinum*, *Fraxinus pennsylvanica*
- Medel toleranta: *Tilia tomentosa*, *Fraxinus ornus*
- Minst toleranta: *Cercidiphyllum japonicum*, *Sorbus torminalis*

21.

Författare, år: Ravneet Kaur, Hallett Richard A, Strauss Nauvé (2024)

Rapport: *Building urban forest resilience to sea level rise: a GIS-based climate adaptation tool for New York City*

Metod: Författarna skapar en “Coastal Tree Species Palette” genom en litteraturöversikt av trädresiliens efter storm och klassificerade passande arters lämplighet i urban miljö med datamodellering. 44 trädarter ordnas utifrån hög-medel-låg tolerans för starka vindar, luft-salt och saltvattenöversvämning. Med GIS placeras träden i buffrande nivåer längs kusten. Nivå 1 för högriskområden, nivå 2 för lägre risk och nivå 3 längst bort från kusten. För att validera resultatet av artlistan appliceras ett filter av information om superstormen Sandy’s effekt på träd (genererat av stadens parkförvaltning, NYC Parks).

Resultat: Av 44 trädarter hade 16 hög tolerans, 21 medel och 7 låg tolerans.

Författarna drar slutsatsen att träd med hög tolerans är lämpliga för nivå 1, medel tolerans för nivå 2 och träd med låg tolerans för nivå 3. (Träd tilldelade nivå 1 kan således funka i nivå 3, men inte tvärtom.) De områden som översvämmades under Sandy håller 24,000 träd, 19 olika arter står för 1% av populationen medan bara 6 arter (*Gleditsia triacanthos*, *Liquidambar styraciflua*, *Quercus palustris*, *Quercus phellos*, *Styphnolobium japonicum* och *Zelkova serrata*) överensstämde med författarnas “Coastal Tree Species Palette”. Av dessa sex har *G. triacanthos* och *Q. phellos* hög tolerans mot kustnära sårbarhetsfaktorer. *L. styraciflua*, *S. japonicum* och *Z. serrata* har medel-tolerans, *Q. palustris* låg tolerans. När författarna tittade på vilken population som var mest förekommande i översvämningsszonen upptog *Platanus x acerifolia* nästan 30%. *Pyrus calleryana*, *Acer platanoides* och *Fraxinus pennsylvanica* bidrog också signifikant till den rådande populationen i översvämningssområdet. Jämförelsevis kan författarna konstatera att det rådande beståndet inte har tolerans mot undersökta faktorer och behöver diversifieras.

22.

Författare, år: Chen Yanhong, Yang Zhenkun, Zhang Jian (2025)

Rapport: *Combined waterlogging/Submergence and salinity stress in woody plants: Current understanding and future perspectives*

Metod: Författarna identifierar att klimatförändringar kommer leda till att kombinationer av abiotiska stressfaktorer ökar, framför allt stående vatten och salthaltigt markvatten, vilket utgör ett allvarligt hot mot lignoser. Syftet med litteraturstudien är att samla och utvärdera det aktuella kunskapsläget kring fysiologiska, morfologiska och molekylära anpassningar hos olika lignoser och örtartade växter, i förhållande till denna besvärliga kombination av stressfaktorer. Gemensamma anpassningar: att hantera jonbalansen, strukturella förändringar som underlättar rotens syresättning, att ha en back-up av energi, att kunna justera den osmotiska potentialen och aktivera antioxidativa system. Författarna listar de arter som förekommer i studierna de har gått igenom och anger om de är mycket toleranta, toleranta, något toleranta eller känsliga mot kombinationen stående vatten och salt.

Resultat: Följande arter listas som toleranta (som är härdiga i vårt klimat): *Elaeagnus angustifolia*, *Taxodium distichum*, *Tamarix africana*, *Populus euphratica*, *Casuarina equisetifolia*, *Quercus robur*.

23.

Författare, år: Ming Liu, Deshun Zhang, Ulrich Pietzarka, Andreas Roloff (2021)

Rapport: *Assessing the adaptability of urban tree species to climate change impacts: A case study in Shanghai*

Metod: Författarna använder klimatdata för att identifiera effekterna av klimatpåverkan och bedöma hur resilient rådande bestånd i Shanghai är. Från 2015-2019 genomförs en litteraturundersökning för att uppskatta vilka urbana träd som har anpassningar för torka, översvämning, salt, vind, pester och sjukdomar. 65 möjliga arter klassificeras utifrån både kvalitativa och kvantitativa data. Uppslagsböcker som "Flora och China" och "Sylvia Sinica" i kombination med Sjöman et al (2015) samt Niinemets och Valladeres (2006) ligger till grund för toleransvärderingen, i samband med författarnas egeninsamlade värden om bladens turgorförlust och marksaltvärden. I vårt resultat kommer de två första användas, då övriga två redan inkluderats i översikten.

Resultat: Väldigt få arter hade flera toleranser högre än medel (undantaget *Taxodium distichum*). 13 arter hade både tork-och översvämningstolerans. 8 arter hade tolerans mot: torka, översvämning, salt, vind, pest/sjukdomar. 14 arter hade både översvämning-och salttolerans. Temperade arter hade högre översvämningstolerans än sub/tropiska arter. 7 arter hade hög vindtolerans. Se tabell 1. för detaljerad information.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, Adila Spahic och Evelina Palm ger härmed vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.