



När våren kommer tidigare och hösten varar längre

förändringar i pollenssäsonger, klimat
och folkhälsa

Mare Löhmus Sundström, Laura Stucki, Niklas
Andersson A Ekeboom, B Gedda, Marina Jonsson,
Anne-Sophie Merritt, Antonios Georgelis.

Titel:

När våren kommer tidigare och hösten varar längre,
förändringar i pollensäsonger, klimat och folkhälsa

Författare:

Löhmus Sundström M. Centrum för arbets- och miljömedicin, Region
Stockholm (och Institutet för miljömedicin, Karolinska institutet)
Stucki L. Institutet för miljömedicin, Karolinska institutet
Andersson N. Institutet för miljömedicin, Karolinska institutet
Ekeboom A. Palynologiska laboratoriet, Naturhistoriska riksmuseet
Gedda B. Palynologiska laboratoriet, Naturhistoriska riksmuseet
Jonsson M. Centrum för arbets- och miljömedicin
Merritt A-S. Centrum för arbets- och miljömedicin
Georgelis A. Centrum för arbets- och miljömedicin

Centrum för arbets- och miljömedicin
Solnavägen 4, plan 10 113 65 Stockholm
camm.slso@regionstockholm.se

Rapporten kan laddas ner från camm.regionstockholm.se/rapporter

Rapport 2026:02
ISBN 978-91-88361-65-3

Fotografier

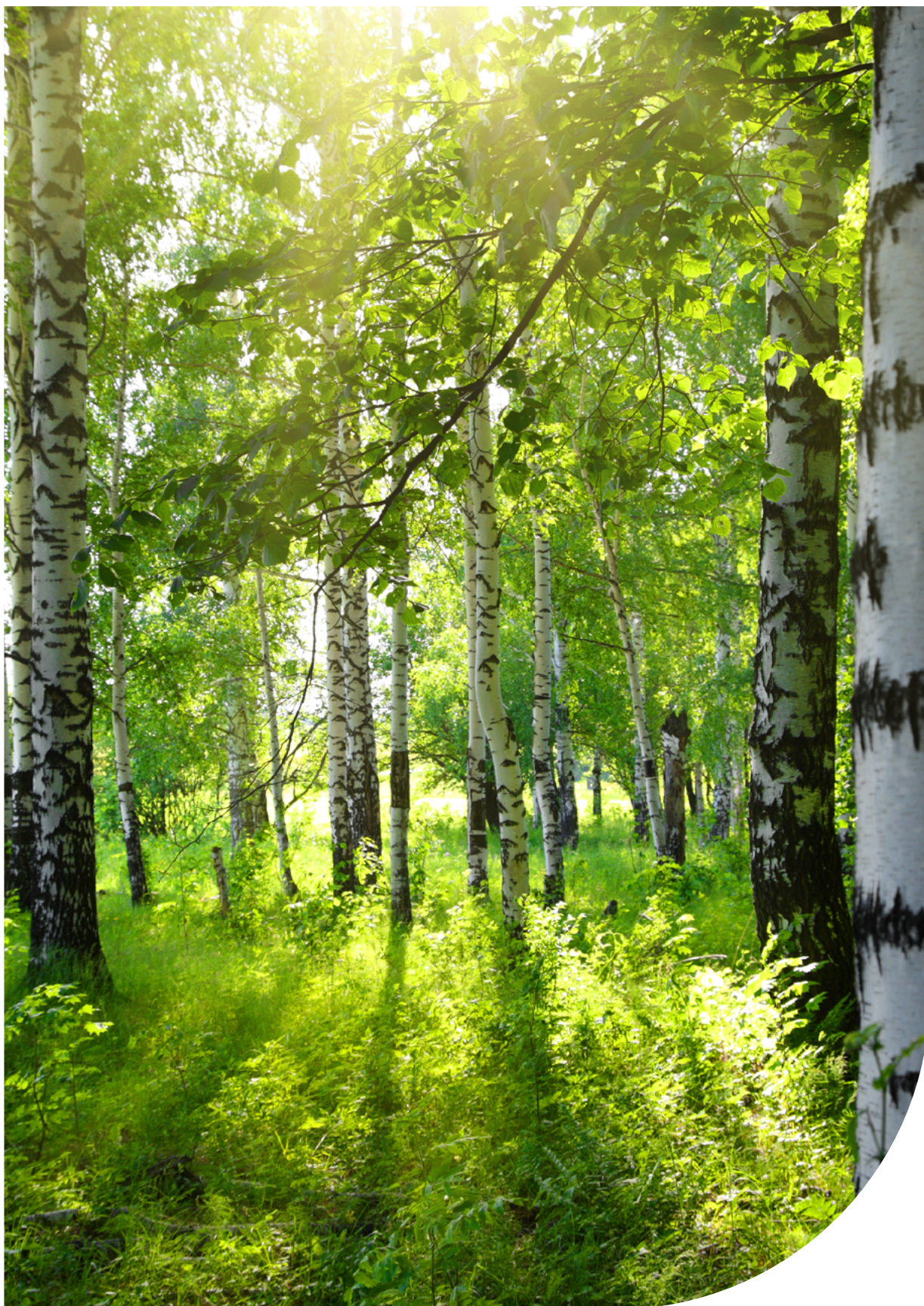
Framsida: Mare Löhmus Sundström
Sid. 4: Mikhail Kokhanchikov, 7: Eva Söderberg, 9: Björn Gedda, 11:
Jens Lindström, 13: Anna Molander, Victor Ilin, 15: Zoran Milosavljevic,
16: Kenneth Kullman, 19: Alex Jones, 20: MostPhotos, Wikimedia
Commons

Layout:

Charlotte Danielsson

Innehåll

Förord	5
Sammanfattning	6
Bakgrund	8
Klimatförändringar, pollen och folkhälsa	8
Pollensäsongen i mellersta Sverige	9
Klimatförändringens effekter på pollenexponering	10
Tidigare och längre pollensäsonger	10
Ökad pollenproduktion i ett varmare klimat	10
Förändringar i vegetation och artsammansättning	11
Pollenallergi i Sverige – en viktig folkhälsofråga	11
Symptomen	12
Behandling och egenvård	12
Samhällsekonomisk betydelse	12
Studiens syfte	12
Underlag och metod	14
Studieområde	14
Pollendata	14
Val av pollentyper i studien	14
Pollensäsonger	14
Avgränsningar i tidsserien	15
Temperatur och nederbörd	15
Statistiska analyser	15
Resultat och diskussion	16
Långsiktiga förändringar i pollensäsonger (1973–2024)	16
Tidigare säsongstart och kulminationstidpunkt för träd	16
Tidigare säsongsslut för flera träd, senare säsongsslut för gräs och gråbo	17
Förlängda pollensäsonger	18
Ökad total pollenmängd (SPIn)	19
Klimatförändringar under studieperioden	20
Samband mellan klimat och pollensäsonger	20
Konsekvenser för folkhälsan	23
Styrkor och begränsningar	26
Slutsats	26
Referenser	28
Bilagor	30



Förord

Klimatförändringarna märks ofta först i det som sker stegvis och nästan omärkligt: vårtecken som kommer tidigare, somrar som dröjer sig kvar och säsonger som glider isär. I takt med att temperaturen stiger förändras också den biologiska kalender som styr växternas blomning. För många blir dessa förändringar mest synliga i vardagen – men för den stora del av befolkningen som har pollenallergi innebär detta ett utdraget lidande.

Luftburet pollen är en av våra mest betydelsefulla miljöexponeringar för folkhälsan. När pollenssäsonger förskjuts och förlängs ökar tiden då människor med allergi och astma riskerar besvär. Det kan handla om fler dagar med symtom, större behov av läkemedel och fler kontakter med vården. Tidigare studier har visat på en tydlig koppling mellan pollenhalter i luften och vårdkontakter på grund av luftvägsbesvär. Sammantaget innebär detta en växande belastning – inte bara för den enskilde, utan för hälso- och sjukvården. Rapporten illustrerar inte bara pollenssäsongernas förändringar över tid, utan resonerar också om hur förändringar i exponering kan påverka vården.

Den här rapporten ger ett ovanligt gediget underlag för att förstå vad som faktiskt har hänt över tid. Med mer än fem decennier av kontinuerliga mätningar i Stockholm, i kombination med klimatdata, kan vi följa hur pollenssäsongernas start, slut, längd och intensitet förändrats, samt hur detta hänger ihop med temperaturutvecklingen. Resultaten visar tydligt att flera pollenssäsonger börjar tidigare och att vissa också blivit längre, samtidigt som den totala pollenmängden ökat för flera viktiga pollentyper.

Kunskapen i rapporten är ett viktigt stöd för vårdens planering, för bättre prognoser och för samhällsplanering som tar hänsyn till allergirisker. När klimatet förändras behöver vi också stärka vår förmåga att förebygga, följa och hantera de hälsokonsekvenser som följer i dess spår.

Theo Bodin

Verksamhetschef
Centrum för arbets- och miljömedicin,
Region Stockholm

Sammanfattning

Luftburet pollen är en viktig miljöexponering med stor betydelse för befolkningens hälsa. Pollen från både träd och örter är en vanlig orsak till allergiska besvär, och i Sverige uppskattas mer än en tredjedel av befolkningen vara känslig för pollen. Samtidigt visar internationell forskning att klimatförändringar kan påverka både mängden pollen i luften och tidpunkten för pollensäsongerna. I denna rapport beskrivs långsiktiga förändringar i pollensäsonger och pollenhalter i Stockholm under perioden 1973–2024 samt hur dessa förändringar varierar med klimatrelaterade exponeringar.

Studien bygger på 52 år av kontinuerliga pollenmätningar vid Palynologiska laboratoriet vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm. Nio pollentyper analyserades: al, björk, hassel, ek, tall, vide/sälg, alm, gräs och gråbo. För varje pollentyp analyserades förändringar i pollensäsongens start, slut, längd och kulminationstidpunkt samt den totala årliga pollenmängden. Dessa förändringar kopplades till temperatur (uttryckt som "grad-dagar", på engelska Growing Degree Days, GDD) och nederbörd.

Resultaten visar att pollensäsongerna har förändrats markant över tid. För flera trädarter startar pollensäsongen idag tidigare än under början av 1970-talet. Exempelvis har björkens pollensäsong i genomsnitt tidigare lagts med cirka 16 dagar, medan motsvarande förändring för vide/sälg är omkring 18 dagar och för alm cirka 31 dagar. Samtidigt

har pollensäsongen för vissa arter blivit längre. Detta gäller särskilt gräs och gråbo, där säsongslängden har ökat markant under studieperioden. För vissa trädarter, som ek och tall, har både säsongstart och säsongsslut tidigare lagts i ungefär samma utsträckning, vilket innebär att den totala säsongslängden har förändrats i mindre utsträckning.

Den totala mängden pollen i luften har också förändrats över tid. Den årliga pollenmängden ökade för flera pollentyper, bland annat gräs, vide/sälg, hassel och ek. Samtidigt minskade pollenproduktionen för alm, vilket sannolikt hänger samman med spridningen av almsjuka som kraftigt reducerat antalet almar i Europa. Förändringar i pollenhalter kan bero både på klimatförändringar och på förändringar i vegetation, till exempel nyplanteringar i urbana miljöer eller förändrad markanvändning.



Analyserna visar också tydliga samband mellan pollensäsongernas utveckling och klimatrelaterade faktorer. Under studieperioden ökade den årliga GDD markant, vilket speglar den regionala uppvärmningen. Högre temperaturer under vintern och våren var kopplade till tidigare säsongstart för samtliga analyserade träarter samt för gräs. Temperaturer under föregående växtsäsong visade dessutom samband med hur mycket pollen som producerades under den efterföljande pollensäsongen. Nederbörden visade däremot mer varierande och generellt svagare samband med pollensäsongernas egenskaper. Sammantaget tyder resultaten på att temperatur är den viktigaste klimatfaktorn bakom förändringar i pollensäsongernas tidpunkt och intensitet.

Förändringar i pollenexponering kan få betydande konsekvenser för folkhälsan.

Tidigare och längre pollensäsonger innebär att personer med pollenallergi kan exponeras för allergiframkallande pollen under en större del av året. Detta kan öka risken för symtomförsämringar, påverka livskvaliteten och bidra till ökad belastning på hälso- och sjukvården. Resultaten i denna rapport visar därför att klimatrelaterade förändringar i pollenexponering är en relevant folkhälsofråga.

Sammantaget visar studien att pollen-säsongerna i Stockholm har förändrats tydligt under de senaste fem decennierna. Om den nuvarande klimatutvecklingen fortsätter är det sannolikt att pollenexponeringen kommer att fortsätta förändras även i framtiden. Detta understryker behovet av fortsatt långsiktig pollenövervakning, förbättrade prognossystem och ökade kunskaper om allergi-risker i exempelvis stadsplanering och folkhälsostrategier.

Bakgrund

Klimatförändringar, pollen och folkhälsa

Pollen är växternas fortplantningsceller och behövs för att frön ska kunna bildas. För att detta ska ske måste pollenkornen transporteras från en växt till en annan, vilket sker genom en process som kallas pollinering. Hos många växter sker detta med hjälp av insekter, men hos flera träd och gräs sprids pollen i stället med vinden. Sådana växter producerar därför ofta mycket stora mängder pollen.

Eftersom pollenkornen är mycket små och lätta, vanligtvis omkring 0,03 mm i diameter, kan de lätt spridas i luften och transporteras långa sträckor. Pollenhalterna i luften varierar beroende på årstid, väderförhållanden och vilka växtarter som finns i området.

Klimatförändringar påverkar växters fenologi (se faktaruta), utveckling och utbredning. Eftersom pollen är en vanlig orsak till allergiska besvär kan sådana förändringar få tydliga konsekvenser för folkhälsan. För att förstå hur klimatförändringar påverkar befolkningens pollenexponering är det viktigt att följa hur pollensäsongerna förändras över tid.

Pollensäsongen i mellersta Sverige

I mellersta Sverige sträcker sig pollensäsongen över stora delar av året, från mitten av vinter till tidig höst. Vilka pollentyper som dominerar varierar under året och påverkas i hög grad av temperatur och väder. I centrala Sverige inleds pollensäsongen vanligen av hassel (*Corylus avellana*) som kan börja släppa

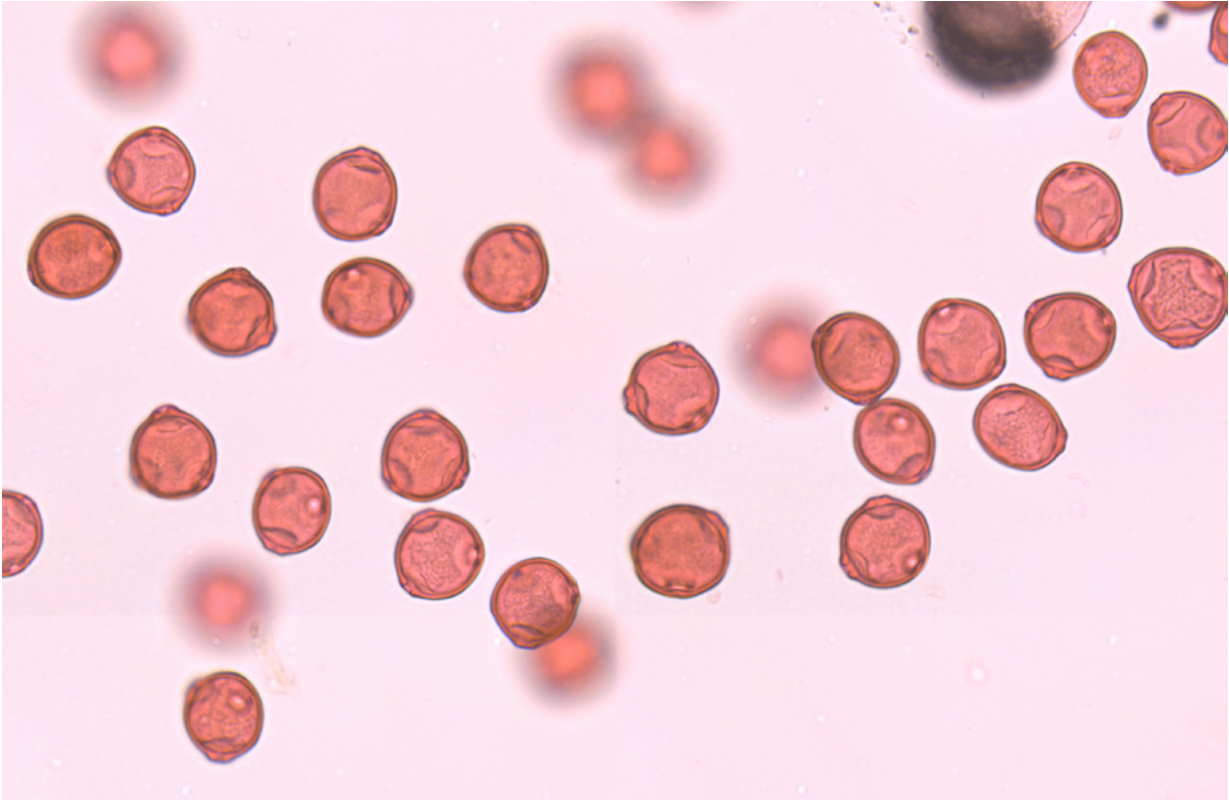
Vad är fenologi?

Fenologi beskriver årligen återkommande företeelser i naturen.

Exempel på fenologiska händelser är:

- när träd börjar blomma
- när löv spricker
- när fåglar anländer på våren

Dessa händelser styrs i hög grad av temperatur och ljusförhållanden. När klimatet förändras kan tidpunkten för sådana biologiska processer förskjutas. I denna rapport används fenologi för att beskriva hur tidpunkten för pollensäsongens start, slut och kulminationsdatum förändras över tid.



Björkpollen fotograferat med ljusmikroskop

pollen redan under senvintern, ofta mellan slutet av januari och början av mars. Kort därefter följer gråal (*Alnus incana*), som kan släppa pollen redan i februari, och klibbal (*Alnus glutinosa*), vars pollensäsong oftast börjar från mitten av mars (<http://pollenrapporten.se>).

Under våren följer flera andra lövträd. Pollen från alm (*Ulmus glabra*) förekommer vanligen mellan mars och maj. Därefter följer björk (*Betula* spp.), som är den dominerande allergena pollenkällan under våren i stora delar av Sverige. Björkpollen förekommer vanligtvis från mitten av april till början av juni och kan under vissa år nå mycket höga halter. Under samma period förekommer även pollen från vide och sälg (*Salix* spp.).

Under sen vår och försommar bidrar ek (*Quercus* spp.) och tall (*Pinus* spp.) med pollen, oftast mellan maj och juni. Tallpollen har låg förmåga att orsaka allergiska besvär, men eftersom träden producerar mycket stora mängder pollen kan halterna i omgivningen bli påtagliga.

Säsongen för gräspollen (Poaceae) startar vanligtvis i maj och domineras av arter som timotej (*Phleum pratense*), hundäxing (*Dactylis glomerata*) och ängskavle (*Alopecurus pratensis*). I mellersta Sverige pågår säsongen oftast till sensommaren och tidig höst, då gräspollen fortfarande dominerar tillsammans med gråbo (*Artemisia vulgaris*). Exponeringen kvarstår ofta till september.

Sammantaget innebär detta att pollenexponering i mellersta Sverige inte är begränsad till en kort period, utan kan pågå under mer än halva året. Exakt när säsongen börjar, hur länge den varar och hur intensiv den blir varierar från år till år och påverkas av både klimat och lokala miljöförhållanden.

Klimatförändringens effekter på pollenexponering

Klimatförändringar kan förändra hur mycket pollen som finns i luften och hur länge pollensäsongerna varar. Ökande temperaturer, förändrade nederbörds-mönster och stigande halter av koldioxid i atmosfären påverkar växternas utveckling och deras pollenproduktion.

Tidigare och längre pollensäsonger

Mildare vintrar och varmare vårar gör att växternas fenologiska utveckling startar tidigare. Detta kan i sin tur leda till att pollensäsongen börjar tidigare på året [2-16]. Om högre temperaturer i säsongsslutet dessutom bidrar till att pollensäsongen avslutas senare kan den totala säsongslängden öka. Samtidigt reagerar inte alla växter på samma sätt. Hos vissa arter styrs fenologin i hög grad av dagslängden. För dessa kan möjligheten att tidigarelägga pollenproduktionen vara mer begränsad än hos arter vars utveckling direkt påverkas av temperatur [17].

Ökad pollenproduktion i ett varmare klimat

Flera studier visar att mängden luftburet

pollen har ökat under de senaste decennierna i Europa. Detta framgår bland annat av en omfattande europeisk översiktsstudie [18]. Ökningen har observerats för flera av de viktigaste allergena pollentyperna i Europa, bland annat gräs (*Poaceae*), björk (*Betula*), gråbo (*Artemisia*), nässelväxter (*Urticaceae*), al (*Alnus*), hassel (*Corylus*), samt ask (*Fraxinus*).

Studier visar samtidigt att utvecklingen inte ser likadan ut för alla arter. Sambanden mellan pollenproduktion och väderförhållanden, såsom temperatur och nederbörd, varierar tydligt mellan olika växtslag. Vissa arter tycks gynnas av varmare förhållanden, medan andra påverkas i mindre grad eller uppvisar mer komplexa mönster. Detta visar att klimatets påverkan på pollenexponering inte är entydig utan beror både på artens biologiska egenskaper och på lokala miljöförhållanden.

Förändringar i vegetation och artsammansättning

Klimatförändringar påverkar inte bara tidpunkten för pollenspridning utan även vilka växtarter som förekommer i olika regioner. Om nya pollenproducerande växter etableras i Sverige kan detta förändra exponeringsmönstren och i vissa fall innebära nya allergirisker.

Ett ofta diskuterat exempel är malört-sambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*). Arten är ursprungligen hemmahörande i Nordamerika men har under de senaste

Klimatförändringar påverkar pollenexponering genom flera mekanismer

- Fenologiska förändringar – tidigare och längre pollensäsonger
- Förändrad pollenproduktion – ökade pollenhalter i vissa arter
- Förändrad artsammansättning – etablering av nya taxa



decennierna spridit sig till stora delar av Centraleuropa [19]. Pollen från malörtsambrosia kan orsaka kraftiga allergiska besvär även vid låga halter i luften. Arten är fortfarande relativt ovanlig i Sverige och förekommer främst sporadiskt, vilket innebär att dess bidrag till de totala pollenhalterna i nuläget är begränsat.

Malörtsambrosia är en kortdagsväxt, vilket innebär att blomningen triggas när dagarna blir kortare under sensommaren. I Sverige hinner den därför sällan producera mogna frön innan växten skadas av frosten. Ett varmare klimat kan dock på sikt förbättra förutsättningarna för både etablering och pollenproduktion, även i norra Europa.

Även förändringar i markanvändning och val av träd och växter i urban grönstruktur kan bidra till att nya pollentyper introduceras [20]. Sammantaget innebär detta att både klimatförändringar och samhällsplanering kan påverka befolkningens framtida pollenexponering.

Pollenallergi i Sverige – en viktig folkhälsofråga

Pollenallergi är en av de vanligaste kroniska sjukdomarna i Sverige. Tillståndet uppstår när immunförsvaret reagerar på luftburet pollen från träd, gräs och örter. Pollenallergi ger ofta upphov till allergisk rinit (allergisnuva) och allergisk rinokonjunktivit, som innebär en allergisk inflammation i slemhinnorna i näsa och ögon [21]. Enligt Astma- och Allergiförbundet upplever i

Symton vid pollenallergi

Symtombilden varierar betydligt mellan individer, både vad gäller intensitet och säsongslängd. De vanligaste symtomen omfattar:

- nästäppa och rinnsnuva
- klåda i ögon och näsa
- trötthet och kognitiv påverkan
- försämring av astmasymtom

ungefär var tredje vuxen svensk pollenrelaterade allergiska besvär [21], medan över 40 procent av vuxna i Stockholm uppgav att de är allergiska mot pollen i Miljöhälsoenkäten 2023 [22].

Symtom

Pollenallergi ger i första hand symtom från ögon och övre luftvägar. Vanliga symtom inkluderar kliande, rinnande, svullna och/eller röda ögon, nästäppa, nysningar och rinnsnuva. Besvären uppträder vid exponering för luftburet pollen och varierar i takt med pollenhalterna i omgivningen.

Pollen kan förvärra symptomen av en befintlig astma och öka behovet av behandling [23]. Även personer utan diagnostiserad astma, men med pollenallergi, kan vid höga halter utveckla astmaliknande besvär under säsongen. Sådana besvär kan förstärkas vid obehandlad allergisk rinit [24], vilket understryker vikten av korrekt diagnostik och adekvat behandling.

Pollenallergi är en ofta underskattad sjukdom. För många människor kan besvären vara betydande och påverka vardagen under stora delar av året. Utöver de typiska luftvägssymtomen kan pollenallergi leda till försämrad livskvalitet, sömnstörningar samt svårigheter att prestera i arbete och skola [25]. Trötthet är ett vanligt symtom under pollenssäsongen och kan påverka koncentration, uppmärksamhet och arbetsförmåga.

Behandling och egenvård

De flesta som har pollenallergi behandlas med symtomlindrande läkemedel, främst antihistaminer och lokala kortisonpreparat i form av nässpray eller ögondroppar. För personer med mer uttalade eller långvariga besvär kan allergivaccination (allergen immunterapi) vara ett alternativ. Vid förekomst av astmasymtom kan även behandling med astmaläkemedel behövas.

En viktig del av egenvården är att anpassa

Råd till dig med pollenallergi

- Börja med dina allergimedikiner i god tid innan pollenssäsongen eller enligt läkares rekommendation.
- Följ pollenprognoser för att planera aktiviteter och medicinering.
- Skölj ansikte och ögon med vatten när du varit utomhus.
- Duscha och tvätta håret innan läggdags för att minska pollen i sängen.
- Byt kläder när du kommer in efter att ha varit utomhus.
- Om möjligt, skölj eller duscha husdjur som varit ute, särskilt om de sover i sängen, eftersom pollen fastnar i pälsen.
- Undvik att hänga tvätt eller sängkläder utomhus under pollenssäsongen.
- Tvätta gardiner och andra textilier efter pollenssäsongen för att minska kvarvarande pollen inomhus.
- Begränsa fysisk aktivitet utomhus när pollenhalterna är höga; om du tränar ute kan tidigt morgon eller efter regn ibland vara bättre.
- Vädra när pollenhalterna är lägre, till exempel tidigt på morgonen, sent på kvällen eller efter regn.
- Undvik tobaksrök och luftföroreningar, eftersom de kan förvärra symptomen.
- Var extra uppmärksam om du har astma, eftersom pollenallergi kan påverka både övre och nedre luftvägar.

behandling och vardagsrutiner efter aktuella pollenhalter. Tidigt insatt behandling inför och under pollenssäsongen kan bidra till bättre symtomkontroll och minska risken för försämring och astma. För barn och unga är det också viktigt att förskola och skola tar hänsyn till pollenrelaterade besvär, till exempel vid planering av utomhusaktiviteter eller vid prov och andra skolsituationer som kräver god koncentration. Mer information finns på www.elevhalsoportalen.se.

Samhällsekonomisk betydelse

Pollenallergi påverkar inte bara individen utan har även tydliga samhällsekonomiska konsekvenser. År 2016 uppskattades de årliga kostnaderna för pollenrelaterade hälsokonsekvenser i Sverige till cirka 13 miljarder kronor [26]. Merparten av dessa kostnader utgörs av indirekta kostnader, såsom produktionsbortfall och sjukfrånvaro, snarare än direkta kostnader för vård och läkemedel. Detta innebär att även måttliga förändringar i pollenssäsongens längd eller intensitet kan få betydande effekter på samhällsnivå.

Studiens syfte

I rapporten analyseras hur pollenssäsongerna i Stockholm har förändrats under perioden 1973–2024. Fokus ligger på nio pollentyper som är särskilt relevanta för regionen.

Studien syftar till att:

- beskriva långsiktiga förändringar i pollenssäsongernas start, slut och varaktighet
- undersöka hur pollenssäsongernas egenskaper samvarierar med klimatrelaterade faktorer, såsom temperatur och nederbörd

Genom att kombinera långsiktiga pollen-data med klimatdata bidrar rapporten med ny kunskap om hur klimatförändringar kan

påverka pollenexponering i en nordisk storstadsmiljö.

Resultaten från studien har även redovisats i en vetenskaplig artikel [27]. Denna rapport har tagits fram för att göra kunskapen mer tillgänglig och lätt att ta del av för en bredare målgrupp. Rapporten riktar sig särskilt till:

- aktörer inom miljömedicin och folkhälsa
- verksamma inom miljö- och hälsoskydd
- regionala och kommunala beslutsfattare
- vårdverksamheter och myndigheter
- samhällsplanerare
- allmänhet med intresse för miljö och hälsa



Underlag och metod

Studieområde

Klimatet i Stockholms län kännetecknas av tydliga årstidsvariationer. Regionen tillhör den boreo-nemoral klimatezonen, vilket innebär en övergång mellan nordliga barrskogsmiljöer och mer tempererade lövskogsområden.

Pollendata

Studien baseras på dagliga mätningar av luftburet pollen i Stockholms stad under perioden 1973–2024. Data erhöles från Palynologiska laboratoriet vid Naturhistoriska riksmuseet, som ansvarar för den långsiktiga pollenövervakningen i regionen.

Provtagningen genomfördes med en Hirst-typ volymetrisk pollenfälla, vilket är den internationellt etablerade standardmetoden för mätning av luftburet pollen [28]. Metoden möjliggör kontinuerlig

registrering av pollenpartiklar i luften och ger jämförbara data över långa tidsperioder.

Pollenproverna analyserades enligt standardiserade laboratorierutiner. Mikroskopiska preparat framställdes löpande och pollen identifierades samt räknades med ljusmikroskopi. Identifieringen baserades på etablerade morfologiska kännetecken och taxonomisk expertis [28].

Val av pollentyper i studien

Urvalet av pollentyper i studien baserades på flera faktorer: deras allergena betydelse, tillgången till långsiktiga och jämförbara data, taxonomisk konsistens över tid samt deras ekologiska betydelse i regionen. Förutom de viktigaste allergena pollentyperna i Sverige – al (*Alnus*), björk (*Betula*), hassel (*Corylus*), ek (*Quercus*),

Varför taxa i stället för arter?

Flera av de pollentyper som nämns i studien representeras av mer än en art inom samma släkte eller familj. Till exempel förekommer det fler än en art inom björksläktet (*Betula*) och alsläktet (*Alnus*) i Stockholms län. Gräs utgör dessutom en hel växtfamilj (*Poaceae*) med ett stort antal släkter, som i sin tur omfattar många arter.

Pollenmätningar särskiljer oftast inte enskilda arter inom dessa grupper utan analyserar dem på en mer övergripande taxonomisk nivå. Därför används begreppet taxa (taxonomiska enheter) i rapporten, i stället för arter.

gräs (Poaceae) och gråbo (*Artemisia*) – inkluderades även tre andra vanligt förekommande taxa: tall (*Pinus*), vide/sälg (*Salix*) samt alm (*Ulmus*).

Pollen från vide/sälg (som uppvisar både insekts- och vindpollination [29]), samt från alm har en måttlig allergen potential men dessa taxa är vanliga och därför relevanta ur både ekologiskt- och folkhälsooperspektiv [30]. Tall har låg/obefintlig allergen potential. Arten producerar dock mycket stora mängder pollen, vilket kan ge upphov till höga partikelhalter i luften. Under perioder med intensiv pollenproduktion kan tallpollen bli tydligt synligt i urbana miljöer. Vid mycket höga halter kan exponering också ge upphov till upplevda irriterande symtom. Dessa besvär anses i första hand bero på mekaniska effekter av luftburna partiklar snarare än på immunologiska allergiska reaktioner [31].

Pollensäsonger

Dagliga pollenhalter sammanställdes till årliga tidsserier för varje analyserat taxon. Den totala årliga pollenmängden uttrycktes som Seasonal Pollen Integral (SPIn) och definierades som summan av samtliga dagliga pollenhalter (pollen/m³) under året.

Pollensäsongens egenskaper definierades enligt följande:

- **Säsongstart** den dag då den ackumulerade summan av dagliga pollenhalter uppnådde 3 % av årets SPIn
- **Säsongsslut** den dag då den ackumulerade summan uppnådde 97 % av årets SPIn
- **Säsongslängd** antalet dagar mellan säsongstart och säsongsslut
- **Kulminationstidpunkt** den dag då den högsta dagliga pollenhalten registrerades

År där SPIn understeg 50 pollen/m³ exkluderades från analyser av säsongstart, säsongsslut, kulminationstidpunkt och säsongslängd, eftersom beräkningarna annars blir statistiskt instabila och biologiskt svårtolkade.

Avgränsningar i tidsserien

Under de första åren av mätperioden (1972–1988) påbörjades polleninsamlingen senare under säsongen. Detta innebär att den allra tidigaste delen av pollensäsongen inte alltid registrerades fullt ut för tidiga pollenproducerande växter såsom hassel och al. Dessa år exkluderades därför från analyserna för dessa två taxa.



Temperatur och nederbörd

Temperatur och nederbörd är centrala klimatfaktorer som påverkar växternas utveckling samt mängden och tidpunkten för pollenfrisättning. Genom att inkludera dessa variabler i analyserna kunde vi undersöka i vilken utsträckning förändringar i pollensäsongernas egenskaper kan relateras till klimatiska förändringar.

Temperaturdata erhöles från SMHI [32] och baserades på mätningar vid Bromma flygplats, belägen cirka 8 km från centrala Stockholm. Dagliga nederbördsdata hämtades från mätstationen Stockholm-Observatoriekullen. Nederbörden inkluderades som dagliga värden (mm) och aggregerades enligt artspecifika tidsfönster i de statistiska analyserna.

För att fånga temperaturens biologiska betydelse användes grad-dagar (Growing Degree Days, GDD), ett mått på ackumulerad värme som speglar den värmemängd som är tillgänglig för växtutveckling. GDD beräknades för varje dag under året som den del av dygnets medeltemperatur som överstiger en fördefinierad bastemperatur, enligt formeln:

Daglig GDD = $\max(0, T_{\text{medel}} - T_{\text{bas}})$ där:

- T_{medel} motsvarar dygnets medeltemperatur (°C)
- T_{bas} motsvarar bastemperaturen

I studien användes en bastemperatur (T_{bas}) på +4,5 °C, vilket bedöms vara representativt för den temperaturtröskel där huvuddelen av vegetationen i regionen uppvisar aktiv tillväxt [33].

Statistiska analyser

Långsiktiga förändringar i pollensäsongernas egenskaper (säsongstart, säsongsslut, säsongslängd och kulminationstidpunkt) analyserades med linjär regression för perioden 1973–2024, där kalenderår användes som oberoende variabel. Den årliga pollenintegralen (SPIn) uppvisade snedfördelning. För att förbättra modellernas statistiska egenskaper och underlätta tolkning log-transformerades SPIn i samtliga regressionsanalyser, med undantag för den deskriptiva trendanalysen (Bilaga 1).

För att undersöka hur temperatur och nederbörd samvarierar med pollensäsongernas utveckling användes multivariabla linjära regressionsmodeller. Analyserna fokuserade på tre utfall: säsongstart, säsongsslut och SPIn.



Resultat och diskussion

Långsiktiga förändringar i pollensäsonger (1973–2024)

Den här studien ger en unik bild av hur pollensäsongerna i Stockholm har förändrats under mer än ett halvt sekel. Genom att analysera kontinuerliga pollenmätningar från 1973 till 2024 kan vi se tydliga förändringar i både när pollensäsongerna börjar, hur länge de varar och hur mycket pollen som förekommer i luften.

Resultaten bygger vidare på vår tidigare studie från Stockholm år 2014 [28], där vi redan då såg tecken på att pollensäsongerna började tidigare och i vissa fall blev längre. Genom att nu inkludera ytterligare tio års data och samtidigt analysera sambanden med temperatur och nederbörd kan vi tydligare visa att klimatförändringar sannolikt spelar en viktig roll i dessa förändringar.

Liknande trender i pollenproduktion har observerats i många andra delar av Europa. Flera studier visar att stigande temperaturer påverkar växternas utveckling och därmed också när och hur mycket pollen som finns i luften [8-16,34-36].

Tidigare säsongstart och kulminationstidpunkt för träd

En av de tydligaste förändringarna är att många trädarters pollensäsong startar tidigare på året än det gjorde för 50 år sen. Jämfört med början av 1970-talet startar pollensäsongen i dag i genomsnitt (Figur 1, Bilaga 1, Bilaga 2):

- 16 dagar tidigare för björk
- 9 dagar tidigare för tall
- 12 dagar tidigare för ek
- 18 dagar tidigare för vide och sälg
- 31 dagar tidigare för alm

Vad är skillnaden mellan ved- och örtartade växter?

I botaniken skiljer man mellan örter och vedartade växter (träd och buskar) baserat på växtens struktur. En ört är en växt med mjuka, icke-förvedade stjälkar. Örter vissnar oftast ner ovan jord efter växtsäsongen, även om de kan överleva under jord via rötter eller jordstammar. Gräs och gråbo klassificeras därför som örter i botanisk mening, även om begreppet "örter" i vardagligt språk ofta används mer snävt. Ett träd är en vedartad växt med en tydlig stam som består av förvedade vävnader. Träd behåller sina vedartade strukturer året runt.

Eftersom örter måste utveckla ovanjordiska delar varje säsong börjar deras pollensäsong vanligtvis senare än för träd, som kan blomma tidigt på våren med hjälp av redan etablerade strukturer.

Även tidpunkten då pollenhalterna är som högst – det så kallade kulminationstidpunkten – har förskjutits mot tidigare datum för många av dessa arter (Bilaga 1, Bilaga 2).

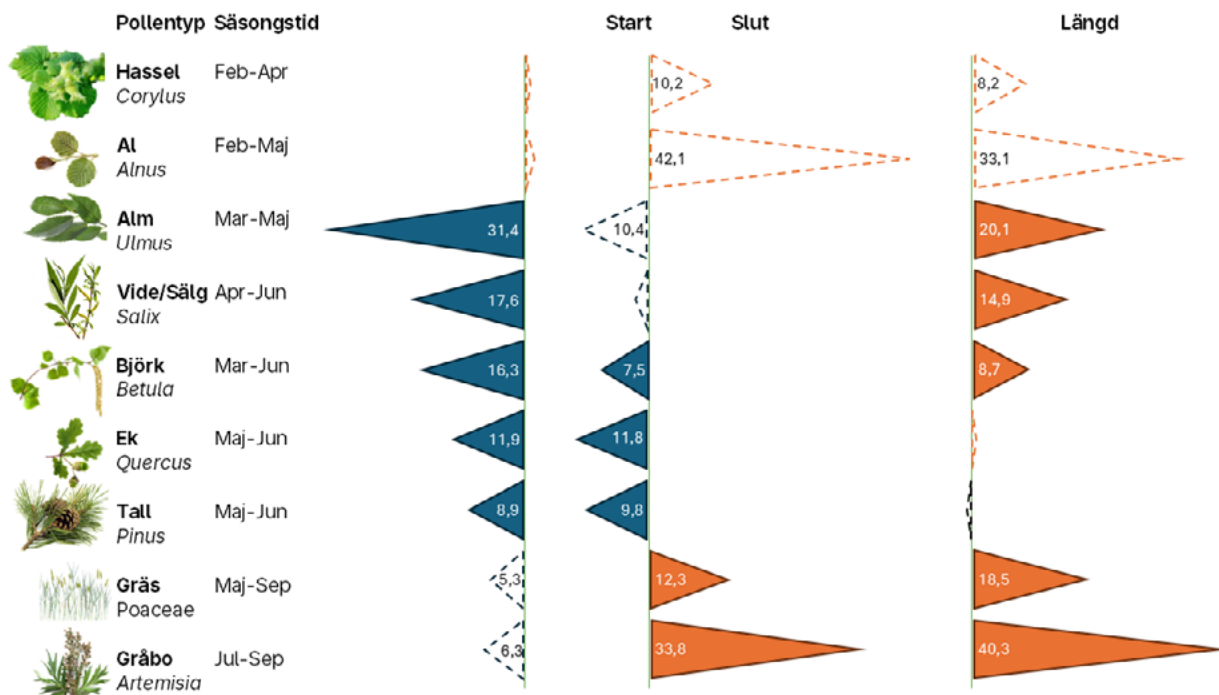
För hassel och al observerades inga statistiskt säkerställda förändringar i pollensäsongens tidpunkt. En bidragande orsak till detta kan vara att analyserna för dessa pollentyper endast omfattar perioden 1998–2024. Under 1970- och 1980-talen startade polleninsamlingen ofta senare på våren, vilket gör att tidiga data inte är jämförbara med senare data. Tidsserien för hassel och al omfattar därför 36 år, jämfört med 52 år för de flesta andra pollentyper. För al kan tolkningen dessutom försvåras av att dess

pollen i Stockholm kommer från två olika arter: gråal (*Alnus incana*), som ibland kan börja släppa pollen redan i januari, och klibbal (*Alnus glutinosa*), vars pollensäsong vanligtvis börjar från mitten av mars.

Tidigare säsongsslut för flera träd, senare säsongsslut för gräs och gråbo

Jämfört med början av 1970-talet slutar pollensäsongen i dag (Figur 1, Bilaga 1, Bilaga 2):

- 8 dagar tidigare för björk
- 10 dagar tidigare för tall
- 12 dagar tidigare för ek
- 11 dagar tidigare för alm



Figur 1: Förändringar i pollensäsongernas egenskaper i Stockholm under perioden 1973–2024 för alm, vide/sälg, björk, ek, tall, gräs och gråbo (1998–2024 för al och hassel). Figuren visar trender i pollensäsongens startdatum, slutdatum och längd för olika pollenslag. Trianglarnas storlek motsvarar styrkan i den observerade förändringen över tid. Trianglarnas färg anger förändringens riktning: blå trianglar visar tidigare datum på året, medan orange trianglar visar senare datum eller en förlängd säsong. Trianglar med streckad kontur markerar förändringar som inte är statistiskt säkerställda. Siffror inom trianglarna visar den totala förändringen i dagar under hela studieperioden.



För örtartade växter, som gräs och gråbo, ses i stället ett senare säsongsslut:

- cirka 12 dagar senare för gräs
- cirka 34 dagar senare för gråbo

Förlängda pollensäsonger

Jämfört med början av 1970-talet är pollensäsongen i dag (Figur 1, Bilaga 1, Bilaga 2):

- 9 dagar längre för björk
- 15 dagar längre för vide/sälg
- 21 dagar längre för alm

De största förändringarna ses hos örtartade växter där pollensäsongen i dag är:

- 19 dagar längre för gräs
- 40 dagar längre för gråbo

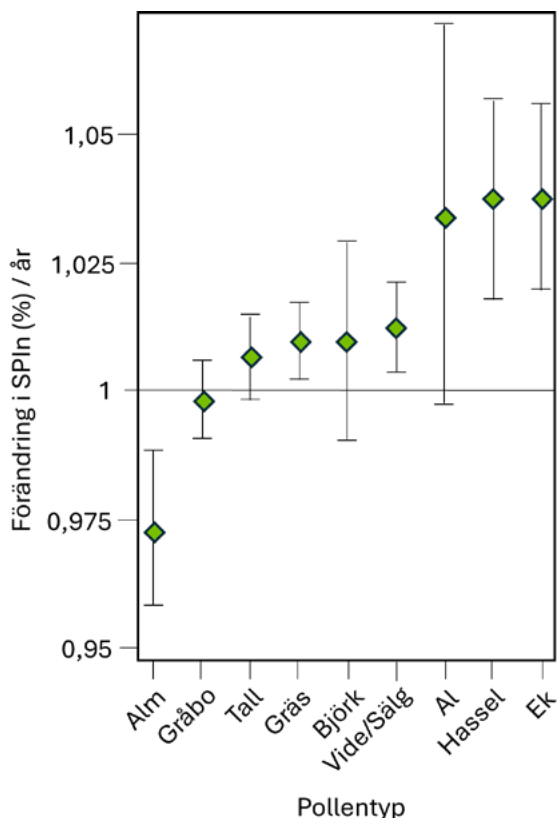
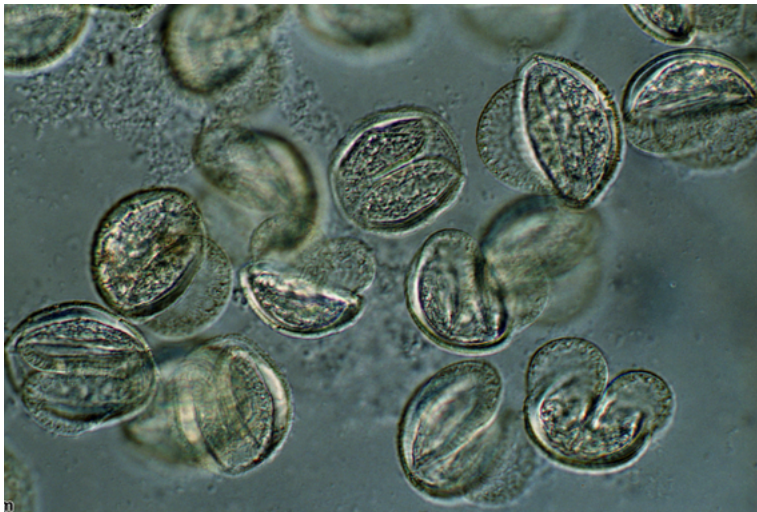
För vissa trädararter, exempelvis ek och tall, har både säsongstart och

säsongsslut tidigare lagts i ungefär samma utsträckning. Därför har den totala säsongslängden för dessa arter inte förändrats.

Eftersom pollenövervakningen under 1970- och 1980-talen ofta avslutades tidigare på hösten än under senare år bör resultaten för säsongslängden hos gräs och gråbo tolkas med viss försiktighet. Vi genomförde därför även analyser begränsade till perioden 1993–2024. Dessa analyser visade ett liknande mönster: gräspollensäsongen har blivit ungefär 17 dagar längre och gråbopollensäsongen cirka 34 dagar längre jämfört med början av 1990-talet.

Ökad total pollenmängd (SPIn)

Den totala pollenmängden per år, uttryckt som SPIn, ökade för gräs, vide/sälg, hassel och ek (Figur 2, Bilaga 1). Det är dock svårt att avgöra vad som

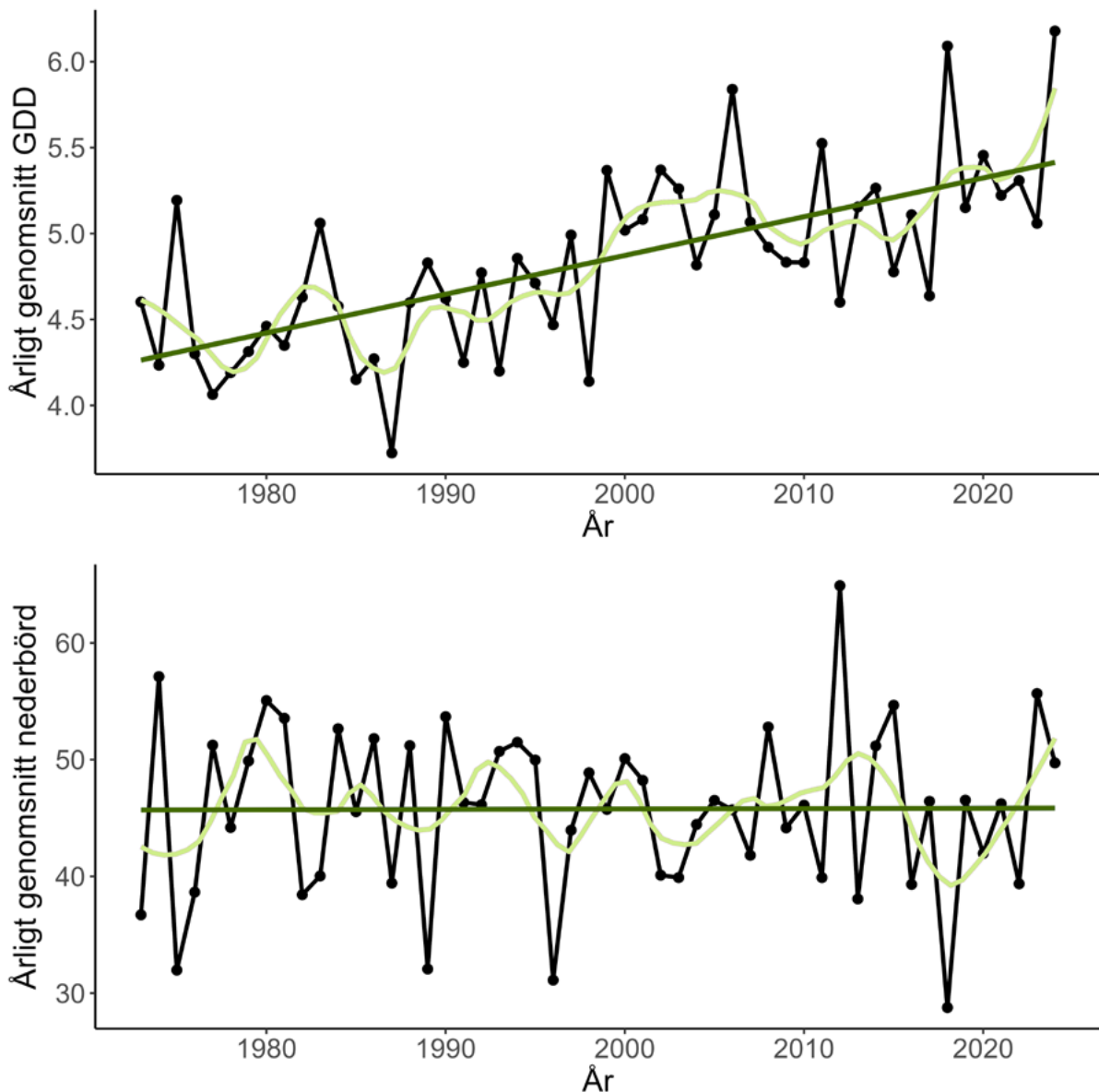


Figur 2: Årlig proportionell förändring i Seasonal Pollen Integral (SPI) under perioden 1973–2024 (1998–2024 för al och hassel).

ligger bakom dessa ökade pollenhalter. Förändringarna kan bero både på klimatförändringar och på förändringar i vegetation, till exempel vilka trädarter som planteras i städer eller hur landskapet förändras över tid. Urban vegetation är dynamisk och förändras kontinuerligt på grund av nyplanteringar, växtsjukdomar eller förändrade skötselstrategier. För alm, till exempel, har den totala pollenmängden minskat jämfört med 1970-talet. En trolig förklaring är spridningen av almsjuka, som har lett till att många almar har försvunnit i Europa [i.e. 37].

Klimatförändringar under studieperioden

En viktig del av analysen var att koppla förändringar i pollensäsongerna till långsiktiga trender i temperatur och nederbörd. För att beskriva temperaturutvecklingen använde vi grad-dagar (GDD), som uttrycker den ackumulerade värmemängden under året. Under den 52-åriga studieperioden ökade GDD tydligt ($R^2 = 0,44$, $p < 0,0001$), vilket speglar den



Figur 3: Årliga medelvärden för grad-dagar (GDD) (svart linje, övre diagram) och årlig medelnederbörd (svart linje, nedre diagram) i Stockholm under perioden 1973–2024. Den lila linjen visar en utjämnad kurva som illustrerar den övergripande utvecklingen över tid. Den blå linjen visar den långsiktiga linjära trenden.

regionala uppvärmningen (Figur 3). För den årliga nederbörden kunde däremot ingen långsiktig trend observeras under samma period (Figur 3).

Samband mellan klimat och pollenssäsonger

Temperatur

För att undersöka vad som kan ligga

bakom förändringarna i pollenssäsongerna analyserades sambanden mellan pollenssäsongernas egenskaper, temperatur (i form av GDD) och nederbörd.

Analysen visade att högre temperaturer under vintern och våren tydligt hänger ihop med tidigare pollenssäsonger. Högre temperaturer under vintern och den tidiga

våren var kopplade till tidigare säsongstart för samtliga analyserade trädarter – al, björk, hassel, tall, ek, vide/sälg och alm – samt för gräs (Figur 4, Bilaga 3). Detta är förenligt med biologisk kunskap om växters fenologi, där blomning – och därmed även pollenfrisättning – ofta styrs av ackumulerad värme under senvintern och våren.

Temperaturen påverkade också när pollensäsongen avslutades, men sambanden varierade mellan olika växtslag (Figur 4, Bilaga 3). För flera trädarter, bland annat björk, tall, ek, vide/sälg och alm, var högre temperaturer kopplade till ett tidigare säsongsslut. För gräs sågs däremot ett motsatt mönster, där varmare sensomrar var kopplade till

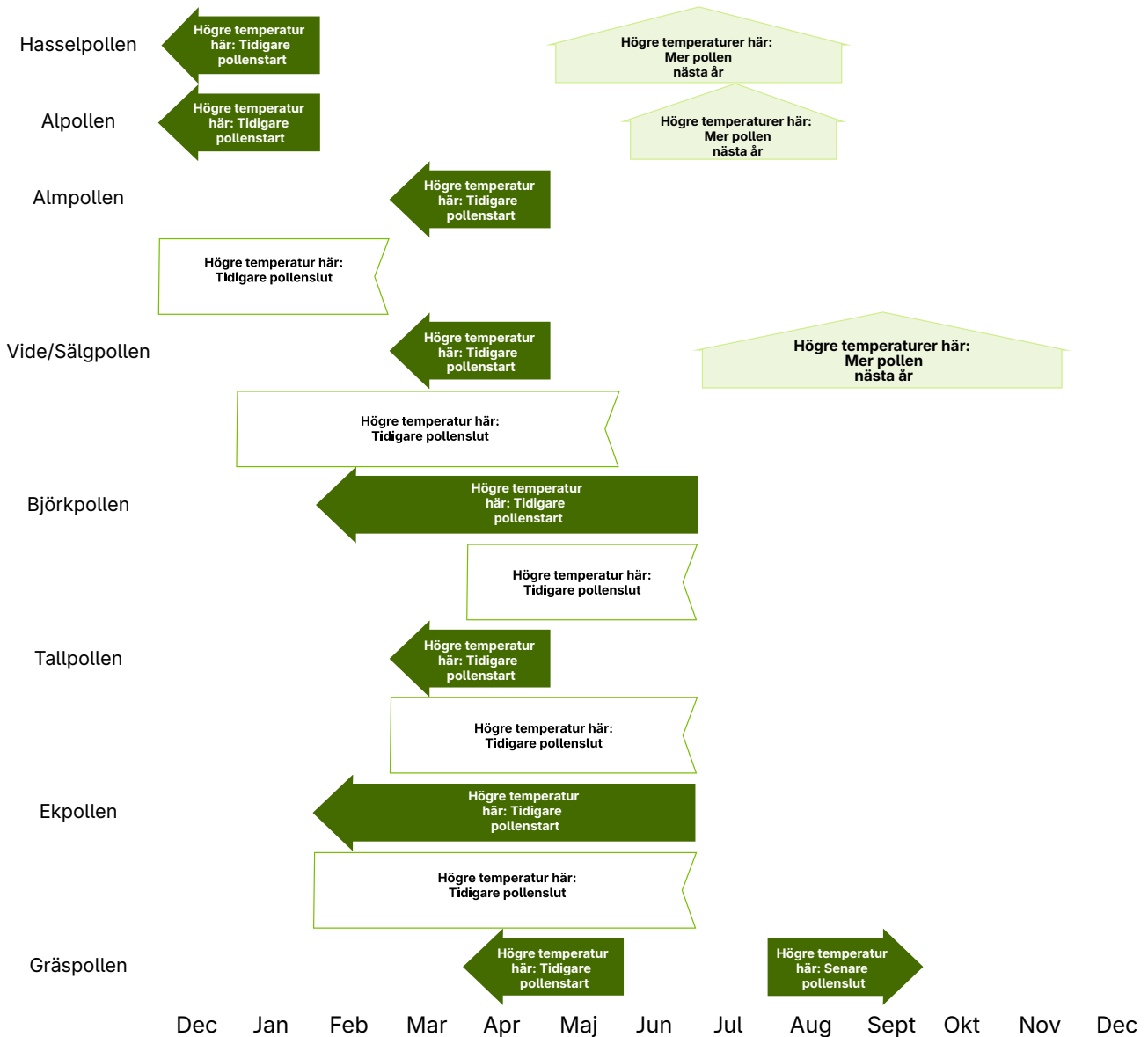
senare säsongsavslut. Detta tyder på att gräspollen kan förekomma i luften under en längre period under varmare förhållanden.

Temperaturen påverkar inte bara när pollen släpps, utan också hur mycket pollen som produceras (SPIn). Hos vissa arter – till exempel al, hassel och vide/sälg – såg vi att varma somrar eller höstar under den föregående säsongen var kopplade till större pollenmängder (Figur 4, Bilaga 3). Detta är biologiskt rimligt eftersom utvecklingen av knoppar ofta sker året innan.

Nederbörd

Jämfört med temperatur visade nederbörden en mer varierande och generellt





Figur 4: Översikt över hur högre temperaturer under olika delar av året påverkar pollensäsongens start, slut och intensitet för olika pollenarter i Stockholm. Figuren visar statistiskt säkerställda samband från analyserna. Den horisontella axeln visar årets månader och varje rad motsvarar en pollenart. Symbolerna markerar de tidsperioder då högre temperaturer (GDD) var kopplade till förändringar i pollensäsongens egenskaper. Mörkgröna vänsterpekande pilar visar tidigare pollensäsongstart, vita pilar med grön kontur visar tidigare pollensäsongsslut, gröna högermarkerade pilar visar senare pollensäsongsslut, och ljusgröna symboler visar ökad total pollenmängd (SPIn) under följande säsong.

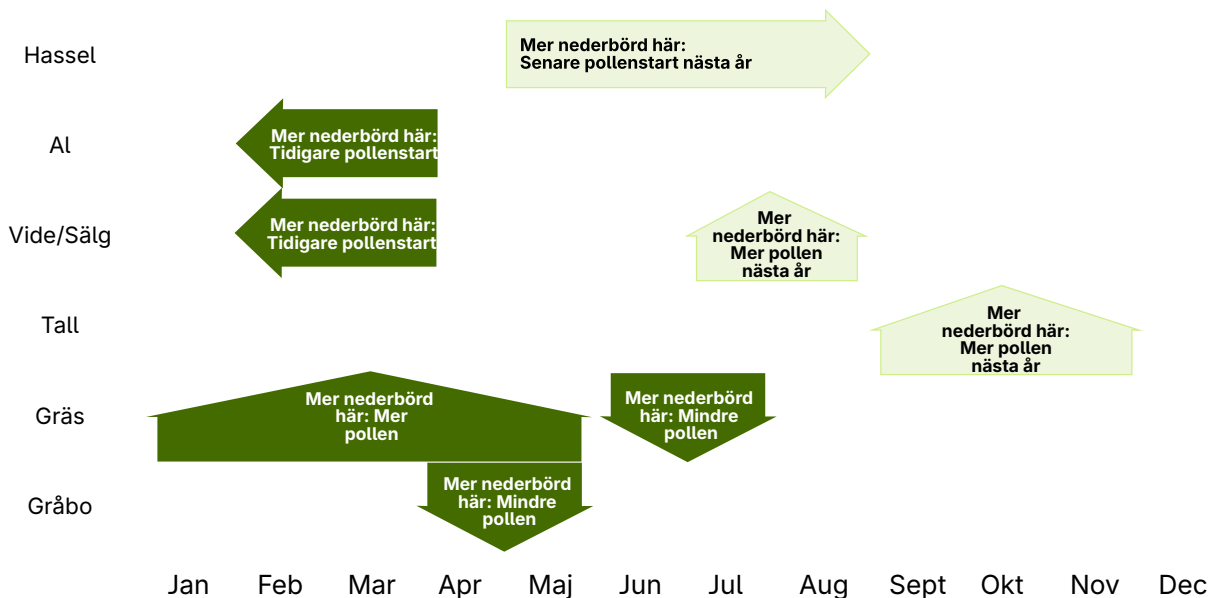
svagare effekt. I vissa fall observerades statistiskt säkerställda samband mellan nederbörd och pollensäsongens egenskaper, men dessa varierade mellan olika arter och tidsperioder (Figur 5, Bilaga 3). Till exempel sågs samband mellan nederbörd och säsongstart för al, hassel och vide/sälg, medan nederbörden i andra fall var kopplad till förändringar i den totala pollenmängden hos gråbo, tall, gräs och vide/sälg.

Sammantaget tyder resultaten på att temperatur är den viktigaste klimatfaktorn bakom förändringar i pollensäsongernas tidpunkt och intensitet, medan nederbördens betydelse är mer artspecifik och varierar mellan olika delar av säsongen.

Konsekvenser för folkhälsan

Förändringar i pollensäsongernas tidpunkt och intensitet som observerades i rapporten kan få betydande konsekvenser för folkhälsan. I nordvästra Europa är björk den viktigaste källan till allergiframkallande pollen, men även andra pollentyper, särskilt gräs och gråbo, bidrar till allergiska besvär och har kopplats till negativa hälsoeffekter, såsom försämrad lungfunktion hos barn [38]. Allergisk rinit och astma är vanliga sjukdomar i Europa, och i Sverige uppskattas upp till 30 procent av befolkningen vara allergisk mot pollen [39,40].

Våra resultat visar att pollensäsongerna för flera arter börjar tidigare och i vissa fall också blir längre. Detta innebär att



Figur 5: Översikt över hur högre nederbörd under olika delar av året är associerad med förändringar i pollensäsongens start och intensitet för olika pollenarter i Stockholm. Figuren visar statistiskt säkerställda samband från analyserna. Den horisontella axeln visar årets månader och varje rad motsvarar en pollenart. Symbolerna markerar de tidsperioder då högre nederbörd var kopplad till förändringar i pollensäsongens egenskaper. Mörkgröna vänsterpekande pilar visar tidigare pollensäsongstart, ljusgröna högermarkerade pilar visar senare pollensäsongstart, mörkgröna nedåtriktade symboler visar minskad total pollenmängd (SPIn) samma år, och ljusgröna uppåtriktade symboler visar ökad total pollenmängd, antingen samma år eller under nästföljande pollensäsong.

personer med pollenallergi kan exponeras för pollen under en större del av året. En sådan förlängning av exponeringsperioden kan öka risken för symtomförsämringar, påverka livskvaliteten och leda till ökad användning av läkemedel och större efterfrågan på hälso- och sjukvård [3,7]. Den kan även påverka kognitiv funktion och prestation i skola och arbete. Exempelvis har en ny studie från Finland visat att gymnasieungdomar med pollenallergi uppvisade försämrade kognitiv prestation under pollensäsongen, särskilt i ämnen som matematik, kemi och fysik [41].

Effekterna av pollenexponering kan dessutom förstärkas genom samverkan med luftföroreningar, som i flera studier visats kunna förstärka pollenets allergiframkallande effekter och därmed bidra

till en större belastning på luftvägarna [42]. Urbana miljöer, såsom Stockholm, kan därför vara särskilt sårbara, på grund av högre nivåer av antropogena luftföroreningar.

Flera svenska studier visar att pollenrelaterade besvär kan vara både omfattande och långvariga [43,44]. I den svenska födelsekohorten BAMSE hade mer än hälften av de 16-åringar som rapporterade pollenutlöst allergisk rinit fortfarande kvarstående besvär, trots att många använde antihistaminer och kortisonspray för näsan. Nästan 40 procent uppgav dessutom att besvären påverkade deras sömn eller dagliga aktiviteter. Samtidigt hade endast en liten andel av de patienter som skulle kunna vara aktuella för allergispecifik immunterapi (AIT) fått sådan behandling. Sammantaget tyder detta

Exempel: Klimatförändringar och pollen – möjlig effekt på vårdbelastningen

I en tidigare studie från Stockholmsområdet [1] analyserades sambandet mellan dagliga halter av björkpollen och antalet öppenvårdsbesök för luftvägsbesvär. Ett tydligt dos-respons-samband observerades:

- inga björkpollen - ca 267 besök/dag
- låga halter av björkpollen - ca 288 besök/dag
- måttliga halter av björkpollen - ca 336 besök/dag
- höga halter av björkpollen - ca 390 besök/dag

Analysen av data i denna rapport visar att det genomsnittliga antalet dagar per säsong med höga halter av björkpollen var cirka 10 dagar längre under perioden 2019–2024 än under 1973–1977. Baserat på det tidigare observerade dos-respons-sambandet – där en förskjutning från måttlig till hög exponering motsvarar cirka 53 extra öppenvårdsbesök per dag – kan denna förändring motsvara omkring 530–540 extra öppenvårdsbesök per pollensäsong i Stockholmsområdet. Beräkningen är förenklad och ska främst ses som ett illustrativt exempel. Den tar inte hänsyn till variationer mellan år, skillnader i individers känslighet, förändringar i vårdsökande beteende eller andra miljöfaktorer. Trots detta illustrerar den hur förändringar i pollenexponering kan få mätbara konsekvenser för belastningen på hälso- och sjukvården.

Eftersom örter måste utveckla ovanjordiska delar varje säsong börjar deras pollensäsong vanligtvis senare än för träd, som kan blomma tidigt på våren med hjälp av redan etablerade strukturer.

på ett tydligt glapp mellan behov och behandling av pollenallergi.

Uppföljningsstudier från samma kohort visar också att pollenallergi ofta är ett långvarigt tillstånd [44]. Omkring 75 procent av barn med pollenutlöst allergisk rinit har fortfarande symtom i ung vuxen ålder, och nära en tredjedel utvecklar astma. Risken är särskilt hög hos personer med flera allergier och en stark allergisk reaktion. Dessa resultat visar att pollenrelaterad allergisk sjukdom ofta är långvarig och innebär en betydande sjukdomsörda för unga i Sverige.

I takt med att efterfrågan på urbana grönområden ökar får valet av växtarter allt större betydelse. Introduktion av prydnadsväxter eller exotiska arter kan öka exponeringen för nya allergiframkallande pollen och därmed bidra till en ökad sjukdomsörda i populationer med redan hög sensibiliseringsgrad [45]. Satsningar på urban grönska bör därför ta hänsyn till växternas allergiframkallande potential och i större utsträckning prioritera lokalt anpassade arter med låg allergenicitet, såsom många insektpollinerade träd (t.ex. lind, lönn, rönn och oxel).

Ur ett folkhälsoperspektiv är det viktigt att prioritera tidig diagnostik, förbättrad tillgång till allergivaccination och miljöåtgärder som minskar exponeringen för pollen, särskilt i urbana områden där förekomsten av allergi och symtombörda ofta är högst [40]. I de nyligen publicerade nationella riktlinjerna för allergi från Socialstyrelsen 2026 [46] ges allergenspecifik immunterapi (AIT), administrerad som injektioner eller sublinguala tabletter, hög prioritet vid behandling av pollenallergi hos barn och vuxna med otillräcklig effekt av standardbehandling vid rinit och konjunktivit. Behandlingen har visats minska symtombörda och förbättra livskvaliteten samt kan även reducera risken för astmautveckling, särskilt hos barn.

Samtidigt finns behov av strukturella åtgärder som minskar exponeringen på befolkningsnivå, inklusive utveckling av förbättrade prognosystem för pollen samt stadsplanering och grönsstruktur som beaktar växters allergena potential. En ökad klinisk och folkhälsomässig medvetenhet om hur pollenexponeringen förändras i takt med klimatet är central för att möjliggöra effektiva och långsiktigt hållbara anpassningsstrategier.





Styrkor och begränsningar

Studien bygger på en ovanligt lång tidsserie av pollenobservationer – över 50 år av kontinuerliga mätningar – baserade på standardiserade metoder. Detta ger en unik möjlighet att analysera långsiktiga förändringar.

Samtidigt finns flera begränsningar. Studien baseras på mätningar från en plats i Stockholm, vilket innebär att resultaten inte nödvändigtvis kan överföras direkt till andra regioner. Det går inte heller att avgöra hur stor del av pollenet som produceras lokalt och hur mycket som transporteras från andra områden. Dessutom påverkas pollenproduktion av många faktorer som inte ingick i analysen, till exempel koldioxidhalter, markfuktighet och förändringar i vegetation.

Slutsats

Denna omfattande analys visar tydligt att pollensäsongerna i Stockholm har förändrats under de senaste 50 åren. Många växter börjar producera pollen tidigare, och för flera arter har säsongen blivit längre. Temperatur – särskilt den ackumulerade värmemängden GDD – framstår som en viktig drivkraft bakom dessa förändringar. Om den nuvarande klimatutvecklingen fortsätter kan pollenexponeringen öka ytterligare i framtiden. Detta innebär att pollenrelaterade hälsoproblem sannolikt kommer att bli en allt viktigare folkhälsofråga i framtiden. För att möta denna utveckling behövs bättre pollenprognoser, ökad klinisk medvetenhet och stadsplanering som tar hänsyn till allergirisker.

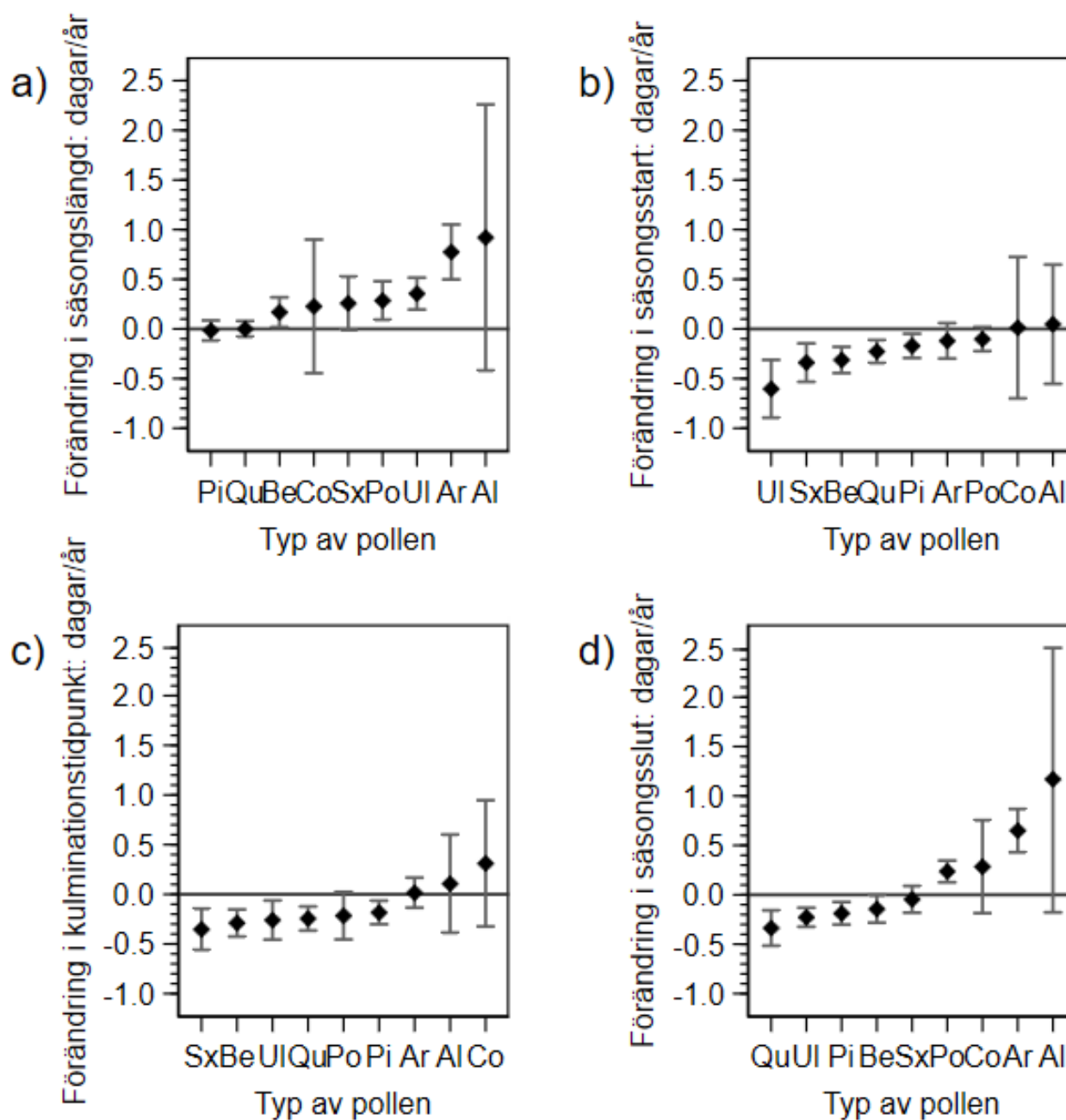
Referenser

- [1] Löhmus M, Lind T, MacLachlan L, Ekeboom A, Gedda B, Östensson P, et al. Combined exposure to birch pollen and thunderstorms affects respiratory health in Stockholm, Sweden: a time series analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19:5852. <https://doi.org/10.3390/ijerph19105852>
- [2] Rojo J, Picornell A, Oteros J, Werchan M, Werchan B, Bergmann KC, et al. Consequences of climate change on airborne pollen in Bavaria, Central Europe. *Reg Environ Change*. 2021;21:9. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01729-z>
- [3] Ziska LH, Makra L, Harry SK, Bruffaerts N, Hendrickx M, Coates F, et al. Temperature-related changes in airborne allergenic pollen abundance and seasonality across the northern hemisphere: a retrospective data analysis. *Lancet Planet Health*. 2019;3:e124–e131. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30015-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30015-4)
- [4] Piao S, Liu Q, Chen A, Janssens IA, Fu Y, Dai J, et al. Plant phenology and global climate change: current progresses and challenges. *Glob Change Biol*. 2019;25:1922–1940. <https://doi.org/10.1111/gcb.14619>
- [5] Bykova O, Chuine I, Morin X. Highlighting the importance of water availability in reproductive processes to understand climate change impacts on plant biodiversity. *Perspect Plant Ecol Evol Syst*. 2019;37:20–25. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2019.01.003>
- [6] Emberlin J, Jaeger S, Dominguez-Vilches E, Soldevilla CG, Hodal L, Mandrioli P, et al. Temporal and geographical variations in grass pollen seasons in areas of western Europe. *Aerobiologia*. 2000;16:373–379. <https://doi.org/10.1023/A:1026521331503>
- [7] Kurganskiy A, Creer S, de Vere N, Griffith GW, Osborne NJ, Wheeler BW, et al. Predicting the severity of the grass pollen season and the effect of climate change in Northwest Europe. *Sci Adv*. 2021;7:eabd7658. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abd7658>
- [8] Yli-Panula E, Fekedulegn DB, Green BJ, Ranta H. Analysis of airborne *Betula* pollen in Finland: a 31-year perspective. *Int J Environ Res Public Health*. 2009;6:1706–1723. <https://doi.org/10.3390/ijerph6061706>
- [9] Frei T, Gassner E. Climate change and its impact on birch pollen quantities and the start of the pollen season in Switzerland. *Int J Biometeorol*. 2008;52:667–674. <https://doi.org/10.1007/s00484-008-0159-2>
- [10] Estrella N, Menzel A, Krämer U, Behrendt H. Integration of flowering dates in phenology and pollen counts in aerobiology. *Int J Biometeorol*. 2006;51:49–59. <https://doi.org/10.1007/s00484-006-0038-7>
- [11] Emberlin J, Detandt M, Gehrig R, Jaeger S, Nolard N, Rantio-Lehtimäki A. Responses in the start of *Betula* pollen seasons across Europe. *Int J Biometeorol*. 2002;46:159–170. <https://doi.org/10.1007/s00484-002-0139-x>
- [12] Rodríguez SF, Adams-Groom B, Palacios IS, Caeiro E, Brandao R, Ferro R, et al. Comparison of Poaceae pollen counts in Portugal, Spain and the UK. *Aerobiologia*. 2015;31:1–10. <https://doi.org/10.1007/s10453-014-9338-2>
- [13] Jato V, Rodríguez-Rajo F, Fernández-González M, Aira M. Assessment of *Quercus* flowering trends in NW Spain. *Int J Biometeorol*. 2015;59:517–531. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0865-x>
- [14] Rodríguez-Rajo F, Aira M, Fernández-González M, Seijo C, Jato V. Recent trends in airborne pollen for tree species in Galicia, NW Spain. *Clim Res*. 2011;48:281. <https://doi.org/10.3354/cr00966>
- [15] Bogawski P, Grewling Ł, Nowak M, Smith M, Jackowiak B. Trends in atmospheric weed pollen in Western Poland. *Int J Biometeorol*. 2014;58:1759–1768. <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0781-5>
- [16] Rasmussen A. The effects of climate change on the birch pollen season in Denmark. *Aerobiologia*. 2002;18:253–265. <https://doi.org/10.1023/A:1021321615254>
- [17] Kim S, Kim TK, Yoon S, Jang K, Chun JH, Won M, et al. Importance of day length in prediction of temperate spring flowering. *Sci Total Environ*. 2022;843:156780. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156780>
- [18] Mousavi F, Oteros J, Shahali Y, Cariñanos P. Impacts of climate change on allergenic pollen production. *Agric For Meteorol*. 2024;349:109948. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2024.109948>
- [19] Knolmayer B, Jócsák I, Taller J, Keszthelyi S, Kazinczi G. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Agronomy*. 2024;14:497. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030497>
- [20] Hjort J, Hugg TT, Antikainen H, Rusanen J, Sofiev M, Kukkonen J, et al. Fine-scale exposure to allergenic pollen. *Environ Health Perspect*. 2016;124:619–626. <https://doi.org/10.1289/ehp.1509761>
- [21] Astma- och Allergiförbundet. Pollenallergi [dataset]. Version okänd; 2024.
- [22] Jonsson M, Ekström S. Allergi och sjukdomar i luftvägarna. In: Georgetis A, red. Miljöhälsoberättelse. Stockholm: Centrum för arbets- och miljömedicin, Karolinska Institutet; 2025. s. 129–137.

- [23] Annesi-Maesano I, Cecchi L, Biagioni B, Chung KF, Clot B, Collaud Coen M, et al. Is exposure to pollen a risk factor for asthma exacerbations? *Allergy*. 2023;78:2121–2147. <https://doi.org/10.1111/all.15724>
- [24] Wise SK, Lin SY, Toskala E, Orlandi RR, Akdis CA, Alt JA, et al. International Consensus Statement on Allergic Rhinitis. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2018;8:108–352. <https://doi.org/10.1002/alr.22073>
- [25] Martikainen MV, Tossavainen T, Hannukka N, Roponen M. Pollen, respiratory viruses, and climate change. *Environ Res*. 2023;219:115149. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115149>
- [26] Cardell LO, Olsson P, Andersson M, Welin KO, Svensson J, Tennvall GR, et al. High cost of allergic rhinitis in Sweden. *NPJ Prim Care Respir Med*. 2016;26:15082. <https://doi.org/10.1038/nppjcr.2015.82>
- [27] Stucki L, Andersson N, Ekeboom A, Gedda B, Merritt AS, Georgelis A, et al. Long-term trends in pollen season characteristics in Stockholm. *Environ Adv*. 2026;24:100699. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2026.100699>
- [28] Lind T, Ekeboom A, Alm Kübler K, Östensson P, Bellander T, Löhmus M. Pollen season trends in Stockholm area. *PLoS One*. 2016;11:e0166887. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166887>
- [29] Tamura S, Kudo G. Wind and insect pollination of temperate willows. *Plant Ecol*. 2000;147:185–192. <https://doi.org/10.1023/A:1009870521175>
- [30] Polleninformation.at. *PlantCompass: Ulmus spp.* [Internet]. 2026 [citerad 2026-02-16]. Tillgänglig från: <https://www.polleninformation.at/pt/allergy/plantcompass/ulmeiro-ulmus-ssp>
- [31] Pollenprognos.nu. *Tallpollen* [Internet]. 2026 [citerad 2026-02-16].
- [32] Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. *Forskning* [Internet]. 2025 [citerad 2025-12-09]. Tillgänglig från: <https://www.smhi.se/forskning/modeller-och-data>
- [33] Aalto J, Pirinen P, Kauppi PE, Rantanen M, Lussana C, Lyytikäinen-Saarenmaa P, et al. Thermal growing season variability in northern Europe. *Clim Dyn*. 2022;58:1477–1493. <https://doi.org/10.1007/s00382-021-05970-y>
- [34] Emberlin J, Mullins J, Corden J, Millington W, Brooke M, Savage M, et al. Earlier birch pollen seasons in the UK. *Grana*. 1997;36:29–33. <https://doi.org/10.1080/00173139709362586>
- [35] Spieksma FTM, Emberlin J, Hjeltners M, Jäger S, Leuschner R. Atmospheric birch pollen in Europe. *Grana*. 1995;34:51–57. <https://doi.org/10.1080/00173139509429033>
- [36] Jäger S, Nilsson S, Berggren B, Pessi AM, Helander M, Ramfjord H. Trends of airborne tree pollen in Nordic countries. *Grana*. 1996;35:171–178. <https://doi.org/10.1080/00173139609429078>
- [37] Jürisoo L, Süda I, Agan A, Drenkhan R. Vectors of Dutch elm disease in Northern Europe. *Insects*. 2021;12:393. <https://doi.org/10.3390/insects12050393>
- [38] Gruzjeva O, Pershagen G, Wickman M, Melén E, Hallberg J, Bellander T, et al. Grass pollen and lung function in Swedish children. *Allergy*. 2015;70:1181–1183. <https://doi.org/10.1111/all.12653>
- [39] de Weger LA, Bruffaerts N, Koenders MM, Verstraeten WW, Delcloc AW, Hentges P, et al. Long-term pollen monitoring in Benelux. *Front Allergy*. 2021;2:676176. <https://doi.org/10.3389/falgy.2021.676176>
- [40] Sitaru S, Tizek L, Buters J, Ekeboom A, Wallin JE, Zink A. National burden of allergic asthma in Germany and Sweden. *World Allergy Organ J*. 2023;16:100752. <https://doi.org/10.1016/j.waojou.2023.100752>
- [41] Hugg TT, Lehto J, Jaakkola JJK, Kiihamäki SP, Koivuranta M, Pätsi S, et al. Pollen exposure and matriculation exam performance. *J Epidemiol Community Health*. 2026. <https://doi.org/10.1136/jech-2025-224112>
- [42] Prodić I, Minić R, Stojadinović M. Environmental pollution and allergenic potential of grass pollen. *Aerobiologia*. 2025;41:3–16. <https://doi.org/10.1007/s10453-024-09829-7>
- [43] Lindqvist M, Westman M, Linneberg A, Kull I, Bergström A, van Hage M, et al. Severity of pollen-induced allergic rhinitis at 16 years of age. *Allergy*. 2025;80:2070–2072. <https://doi.org/10.1111/all.16571>
- [44] Lindqvist M, Leth-Møller KB, Linneberg A, Kull I, Bergström A, Georgelis A, et al. Natural course of pollen-induced allergic rhinitis. *Allergy*. 2024;79:884–893. <https://doi.org/10.1111/all.15927>
- [45] Cariñanos P, Casares-Porcel M. Urban green zones and related pollen allergy. *Landsc Urban Plan*. 2011;101:205–214. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.006>
- [46] Socialstyrelsen. *Nationella riktlinjer 2026: Allergi* [Internet]. Stockholm: Socialstyrelsen; 2026 [citerad 2026-05-07]. Tillgänglig från: <https://www.socialstyrelsen.se/contentassets/845875273abf435d82ddcc6002772c22/2026-4-10118.pdf>

Genus	Säsongegenskaper				Seasonal Pollen Integrals		
		Längd	Start	Slut	Topp	Årstotal (korn/m ³)	Max/dag (korn/m ³)
Al (<i>Alnus</i>)	Medel (DOY)	39,36	69,83	110,03	83,56	1442,33	276,33
	SD	41,62	18,14	42,56	14,96	1228,94	243,7
	Δ/år	0,92	0,047	1,17	0,11	35,25	0,031
	p	0,17	0,87	0,087	0,66	0,073	0,12
	Δ/36 år	33,11	1,7	42,1	3,85	1268,83	1,12
Gråbo (<i>Artemisia</i>)	Medel (DOY)	46,35	197,71	243,23	216,12	188,10	22,52
	SD	18,85	9,69	15,27	8,08	69,64	12,33
	Δ/år	0,77	-0,12	0,65	0,016	-0,08	0,01
	p	<0,001	0,18	<0,001	0,83	0,898	0,91
	Δ/52 år	40,28	-6,25	33,75	0,83	-4,35	0,68
Björk (<i>Betula</i>)	Medel (DOY)	29,25	117,85	146,17	126,23	8853,00	1521,37
	SD	8,39	8,50	7,74	8,49	7406,53	1430,00
	Δ/år	0,17	-0,31	-0,14	-0,29	78,84	10,63
	p	0,03	<0,001	0,04	<0,001	0,25	0,43
	Δ/52 år	8,74	-16,27	-7,48	-15,05	4099,49	552,93
Hassel (<i>Corylus</i>)	Medel (DOY)	40,42	62,16	102,10	76,23	169,28	44,23
	SD	18,68	19,6	13,28	17,79	107,45	42,25
	Δ/år	0,23	0,012	0,28	0,31	5,50	1,01
	p	0,50	0,97	0,23	0,33	0,001	0,18
	Δ/36 år	8,17	0,44	10,23	11,20	198,01	36,30
Tall (<i>Pinus</i>)	Medel (DOY)	25,54	145,75	170,35	152,12	8754,00	1416,96
	SD	5,40	7,00	6,74	6,90	3471,44	733,10
	Δ/år	-0,02	-0,17	-0,19	-0,18	37,54	-0,83
	p	0,75	0,007	0,002	<0,001	0,246	0,904
	Δ/52 år	-0,83	-8,89	-9,76	-9,53	1951,95	-43,09
Gräs (<i>Poaceae</i>)	Medel (DOY)	75,88	156,88	232,21	179,71	1232,20	88,31
	SD	10,11	6,68	6,85	13,16	459,21	57,84
	Δ/år	0,35	-0,10	0,24	-0,22	8,67	-0,13
	p	<0,001	0,10	<0,001	0,08	0,04	0,81
	Δ/52 år	18,46	-5,33	12,27	-11,20	450,89	-6,85
Ek (<i>Quercus</i>)	Medel (DOY)	15,31	139,37	153,69	144,22	1924,80	460,12
	SD	4,11	6,90	6,07	7,30	1477,36	423,31
	Δ/år	0,0002	-0,23	-0,23	-0,24	53,18	11,15
	p	1,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004
	Δ/52 år	0,01	-11,85	-11,83	-12,69	2765,36	579,81
Vide/Sälg (<i>Salix</i>)	Medel (DOY)	43,19	103,96	146,31	115,40	388,19	51,06
	SD	11,21	11,53	7,23	12,29	160,09	28,01
	Δ/år	0,29	-0,34	-0,05	-0,35	3,58	0,18
	p	0,005	0,001	0,50	<0,001	0,014	0,49
	Δ/52 år	14,86	-17,63	-2,38	-18,32	186,32	9,36
Alm (<i>Ulmus</i>)	Medel (DOY)	23,73	102,10	124,92	112,49	769,62	193,61
	SD	18,77	18,06	14,95	16,59	648,36	201,51
	Δ/år	0,40	-0,60	-0,20	-0,10	-18,55	-5,32
	p	0,02	<0,001	0,15	0,51	0,001	0,003
	Δ/52 år	20,55	-31,37	-10,38	-5,29	-964,62	-276,59

Tabell B1. Pollenssäsongernas egenskaper och tidsmässiga trender, 1973–2024 (1998–2024 för *Alnus* och *Corylus*). Negativa koefficienter indikerar förskjutningar mot tidigare start-, pik- eller slutdatum, vilket motsvarar kortare pollenssäsonger eller minskad pollenproduktion (Seasonal Pollen Integral, SPI). Positiva koefficienter indikerar senareläggning, vilket återspeglar förlängda pollenssäsonger eller ökad SPI. DOY (Day of Year) avser årets löpnummerdag, SD (Standard Deviation) avser standardavvikelse, Δ/år betecknar förändring per år, Δ/36 år – förändring per 36 år, Δ/52 år – förändring per 52 år



Figur B1: Årlig förändring i pollensäsongernas egenskaper under perioden 1973–2024 (1998–2024 för al (Alnus) och hassel (Corylus)). Förkortningar: al (Al), gråbo (Ar), björk (Be), hassel (Co), tall (Pi), gräs (Po), ek (Qu), vide/sälg (Sx), alm (Ul). a) Säsongslängd b) Säsongstart c) Kulminationstidpunkt d) Säsongsslut. Felstaplar visar 95 % konfidensintervall.

Växttaxa	Säsongstart		Säsongsslut		SPIn	
Graddagar (GDD)						
	Tidsperiod	β (95 % KI)	Tidsperiod	β (95 % KI)	Tidsperiod	β (95 % KI)
Al	Dec–Jan	-36,28 (-65,88; -6,67)			Jun–Aug (FÅ)	1,74 (1,15; 2,64)
Björk	Feb–Mar	-18,72 (-28,32; -9,12)	Apr–Jun	-2,88 (-5,76; -0,24)		
	Apr–Maj	-2,88 (-5,28; -0,72)				
Hassel	Dec–Feb	-79,02 (-115,8; -42,19)			Maj–Aug (FÅ)	1,45 (1,12; 1,89)
Tall	Mar–Apr	-9,60 (-13,20; -6,00)	Mar–Jun	-6,96 (-9,60; -4,32)		
Gräs	Apr–Maj	-5,04 (-6,72; -3,36)	Aug–Sep	2,64 (0,72; 4,32)		
Ek	Feb–Mar	-11,04 (-16,56; -5,52)	Feb–Mar	-10,08 (-15,60; -4,32)		
	Apr–Maj	-4,56 (-6,00; -3,12)	Apr–Jun	-4,08 (-5,52; -2,64)		
Vide/sälg	Feb–Mar	-28,56 (-39,60; -17,52)	Feb–Mar	-9,36 (-18,48; -0,24)	Jul–Aug (FÅ)	1,14 (1,03; 1,26)
			Apr–Jun	-3,12 (-5,28; -0,96)	Sep–Nov (FÅ)	1,28 (1,07; 1,53)
Alm	Mar–Apr	-13,16 (-23,92; -2,41)	Dec–Feb	-38,96 (-60,36; -17,57)	Jun–Aug (FÅ)	1,74 (1,15; 2,64)
Nederbörd						
	Tidsperiod	β (95 % KI)	Tidsperiod	β (95 % KI)	Tidsperiod	β (95 % KI)
Al	Feb–Mar	-0,63 (-1,25; -0,0045)				
Gråbo					Apr–Maj	0,99 (0,98; 0,996)
Hassel	Maj–Aug (FÅ)	0,46 (0,04; 0,87)				
Tall					Sep–Nov (FÅ)	1,01 (1,002; 1,02)
Gräs					Jan–Mar	1,01 (1,0001; 1,02)
					Apr–Maj	1,01 (1,00001; 1,02)
					Jun–Jul	0,99 (0,989; 0,998)
Vide/sälg	Feb–Mar	-6,48 (-12,48; -0,72)			Jul–Aug (FÅ)	1,01 (1,001; 1,01)

Tabell B2. Statistiskt säkerställda samband mellan temperatur (graddagar), nederbörd och pollensäsongens egenskaper. β -koefficienterna anger den uppskattade förändringen i utfallet vid en enhets ökning i den förklarande variabeln (95 % konfidensintervall, KI). FÅ = föregående år.

Referera till rapporten enligt:

Löhmus Sundström M^{1,2}, Stucki L², Andersson N², Ekeboom A³, Gedda B³, Jonsson, M^{1,2}, Merritt A-S^{1,2}, Georgelis A^{1,2}. När våren kommer tidigare och hösten varar längre – förändringar i pollensäsonger, klimat och folkhälsa. Stockholm: Centrum för arbets- och miljömedicin, Region Stockholm; 2026. Rapport 2026:x.

Tillhörighet/anknytning:

- 1 Centrum för Arbets och Miljömedicin, Region Stockholm
- 2 Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet
- 3 Palynologiska laboratoriet, Naturhistoriska Riksmuseet

**När våren kommer tidigare och hösten varar längre
förändringar i pollensäsonger, klimat och folkhälsa**

**Rapport 2026:02
ISBN 978-91-88361-65-3**

**Centrum för arbets- och miljömedicin
Solnavägen 4, plan 10
113 65 Stockholm
camm.sls@regionstockholm.se
www.camm.regionstockholm.se**