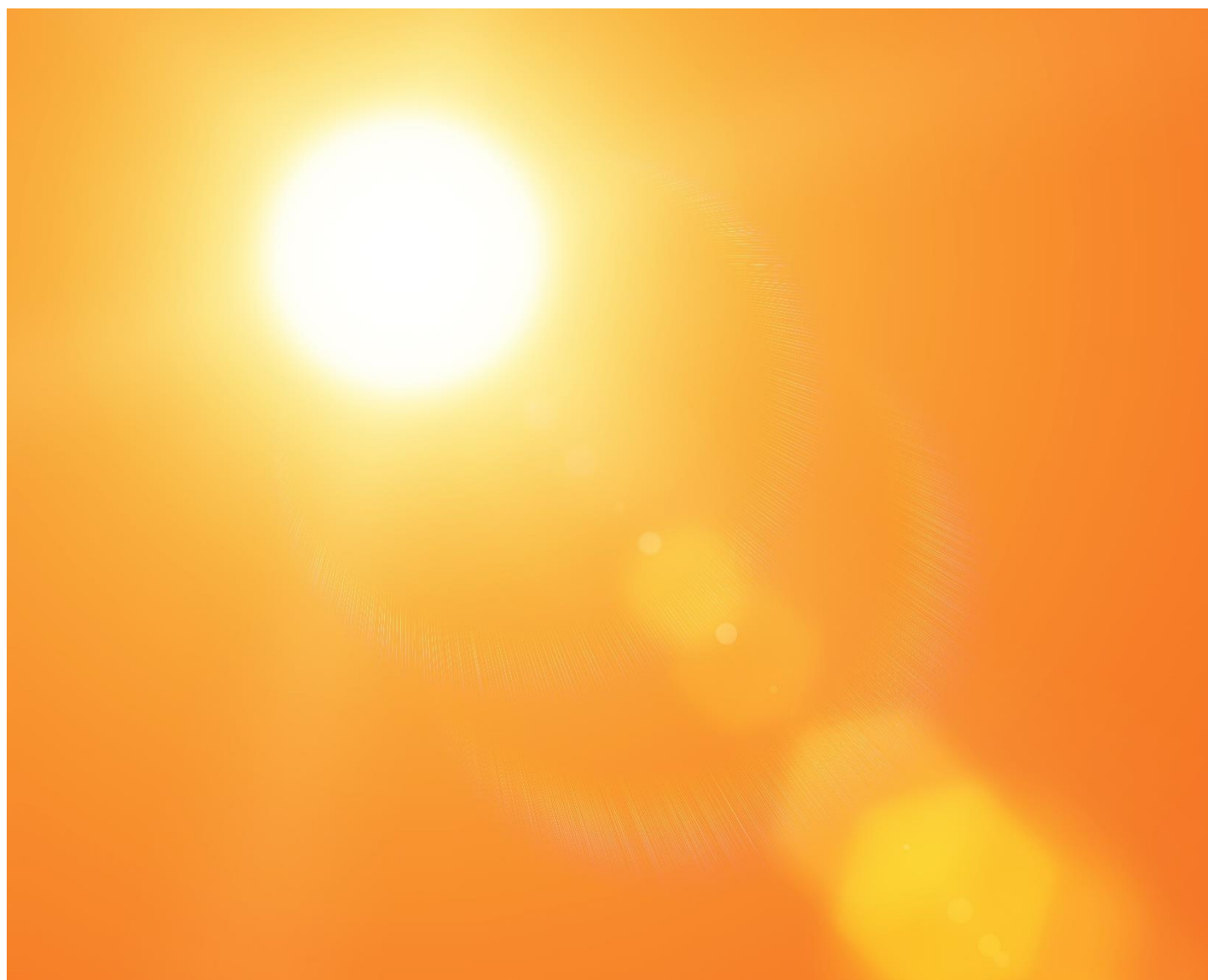


Göteborgs Stad

Mikroklimatutredning för DP 4 Backaplan

Uppdragsnr: 1086198 Version: 3 Datum: 2023-10-13



Uppdragsgivare: Göteborgs Stad
Uppdragsgivarens kontaktperson: Magnus Stenberg
Konsult: Norconsult Sverige AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg
Uppdragsledare: Daniel Öman
Teknikansvarig/granskare: Felipe Verdú
Handläggare: Linnea Lindelöf, Louise Lindén, Robert Kallin

3	2023-10-13	Efter extern granskning	Linnea Lindelöf, Louise Lindén, Robert Kallin	Magnus Stenberg	Daniel Öman
2	2023-10-03	Extern granskning	Linnea Lindelöf, Louise Lindén, Robert Kallin	Felipe Verdú, Daniel Öman	Daniel Öman
1	2023-09-22	Intern granskning	Linnea Lindelöf, Louise Lindén, Robert Kallin		
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult Sverige AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult.
 Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

► Sammanfattning

Göteborgs stad arbetar med framtagande av detaljplan 4 för Backaplan, i Hisingens centrum, som ska bli en del av den stadskärna som växer. Här planeras lokaler för handel, verksamheter samt bostäder. I samband med detaljplanearbetet har mikroklimatutredningar tagits fram som utreder förutsättningarna för vind, strålningstemperatur och solljus inom den planerade bebyggelsen. I denna rapport analyseras dessa faktorer utifrån detaljplan 4 inom Backaplan men även detaljplan 1–3 finns med i beräkningarna.

Modellering av vind har genomförts med programmet MISKAM som är en tredimensionell flödes- och spridningsmodell. Simulering av strålningstemperaturer har utförts i SOLWEIG som är en GIS-baserad modell. Även beräkning av antal timmar solljus på mark har utförts med hjälp av verktyg i GIS.

För att utvärdera vindklimatet har kriterier använts som utgår från att vindhastigheter över 5 m/s endast får förekomma under en viss procentandel av timmarna under året. Det bedöms också inom vilka områden vissa vindhastigheter överskrider under hälften av alla timmar under ett år. Enligt beräkningarna är större delen av ytorna kring detaljplan 4 lämpliga för längre uppehåll med undantag för mellan huskropparna och söder om de planerade byggnadskropparna.

Strålningstemperaturer för detaljplan 4 och intilliggande detaljplaner vid Backaplan har modellerats med utgångspunkt i tre olika dagar med varierande temperaturer under sommaren 2018, en mycket varm sommar i Sverige. I denna rapport har ett gränsvärde på 55 °C i strålningstemperatur använts, då man i studier sett en signifikant ökning i mortalitet i åldersgruppen 80+ vid denna strålningstemperatur. Under den svalaste av dessa dagar, 23 juni, ligger strålningstemperaturen under rekommenderade värden. Under den medelvarma dagen den 7 maj, när lufttemperaturen under eftermiddagen ligger på 20 °C, når strålningstemperaturerna över 55 °C över stora delar av området. Under 27 juli, vilket är den varmaste dagen i den här studien med lufttemperaturer runt 30 °C under eftermiddagen, når strålningstemperaturerna över 60 °C över stora delar av området. De områden som inte når dessa höga strålningstemperaturer ligger i skugga en stor del av dagen och når inga skadligt höga strålningstemperaturer.

En solljusstudie över Backaplansområdet har också genomförts för 21 mars, vilket är omkring den tidpunkt på året som vårdagjämningen sker. Boverket (1991) rekommenderar minst 5 timmars solljus i mellan klockan 9–17 kring vårdagjämningen, på lekytor, vid sittplatser och nära bostaden. Boverkets rekommendation uppnås inte i den nordvästra delen av detaljplan 4, som endast får 1–2 timmars solljus. Resterande yta kring detaljplan 4 ligger inom rekommenderade solljustimmar.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	5
1.1	Inledning	5
1.2	Syfte och komfortkriterier	6
1.2.1	Vind	6
1.2.2	Strålningstemperatur	7
1.2.3	Solljus	8
2	Metod	9
2.1	Data som används i studien	9
2.2	Beräkning av vindklimatet	9
2.3	Beräkning av strålningstemperatur	12
2.4	Beräkning av solljustimmar på mark	13
3	Resultat	14
3.1	Vind	14
3.2	Värmestrålning	16
3.2.1	7 maj 2018, medelvarm dag:	16
3.2.2	23 juni 2018, svalare sommardag	17
3.2.3	27 juli 2018, varm sommardag	19
3.3	Solljus	21
4	Diskussion	23
4.1	Vind	23
4.2	Strålningstemperatur	23
4.3	Solljus	24
5	Slutsats	25
6	Referenser	26

Bilaga 1.1-4 Vind

Bilaga 2.1-6 Strålningstemperatur

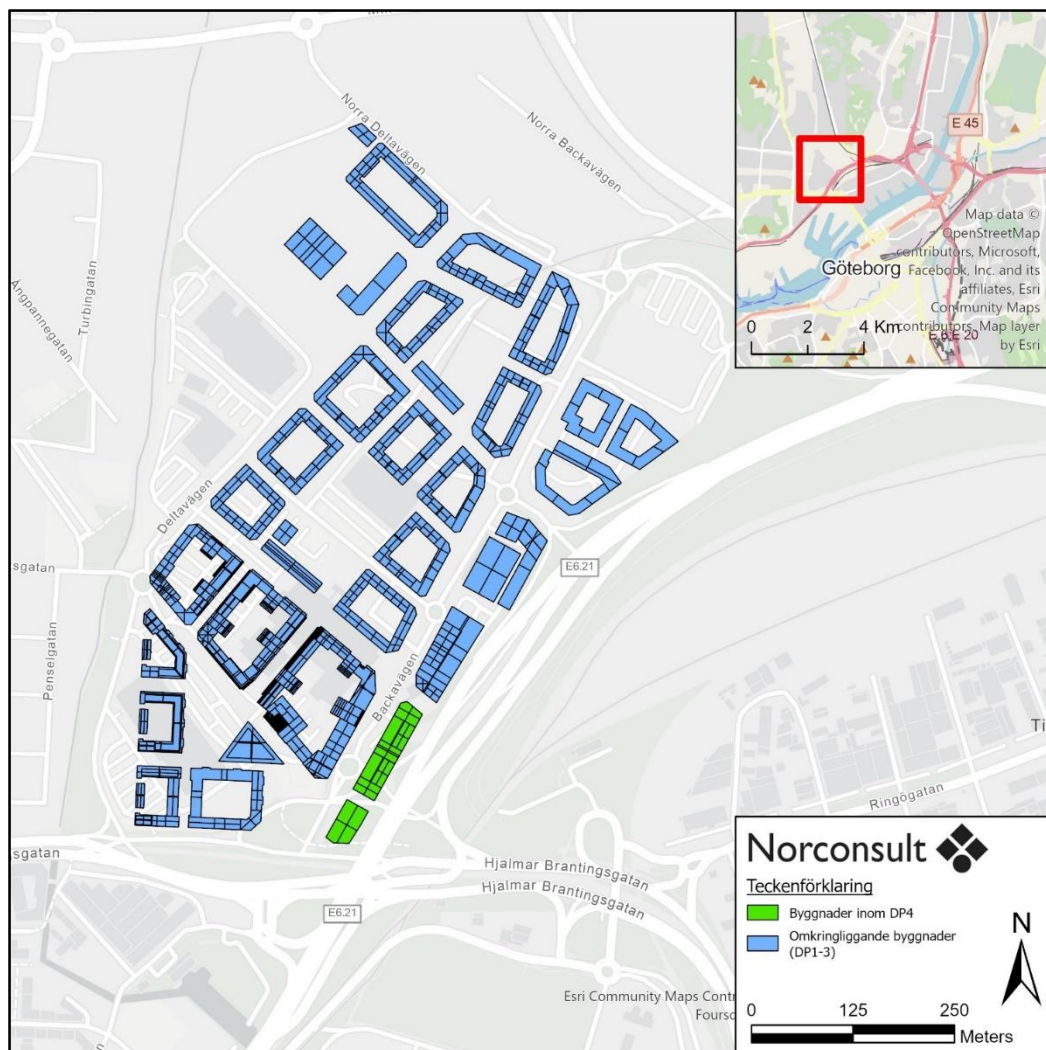
Bilaga 3.1 Solljus

1 Bakgrund

1.1 Inledning

Norconsult har fått i uppdrag av Exploateringsförvaltningen i Göteborgs stad att utföra en mikroklimatutredning vid Backaplan på Hisingen i Göteborg. Mikroklimat i denna studie avser vindförhållanden, strålningstemperatur och solljustimmar på mark.

Göteborgs stad planerar för att omvandla Backaplan från ett befintligt handels- och verksamhetsområde till en attraktiv och hållbart område med flertalet höga hus där det kommer att etableras handel, kontor och servicefunktioner för att vidareutveckla områdets funktion som regional knutpunkt, se **Figur 1**. Här planeras för 80 000–100 000 kvadratmeter bruttototalyta (BTA) på upptill 32 våningar (Göteborgs stad, 2023a). Området är en viktig pusselbit för att knyta ihop staden över älven och göra Backaplan till Hisingens centrum (Göteborgs stad, 2023a). Syftet med planen är att skapa en social, ekonomisk och ekologiskt hållbar stadsdel med kvalitativ grönska och väl gestaltad livsmiljö (Göteborgs stad, 2022).



Figur 1. Översikt av detaljplan 1–3 i blått och detaljplan 4 i grönt.

Ett program för omvandlingen togs fram och godkändes av byggnadsnämnden den 23 april 2019 (Göteborgs stad, 2019). Arbete pågår med flertalet detaljplaner och denna rapport berör mikroklimatförhållanden (vindförhållanden, strålningstemperatur och solljustimmar) inom detaljplan 4, diarienummer BN0490/22. Detaljplan 4 (DP4) är området mellan Backavägen och Lundbyleden, vid Hjalmar Brantingsplatsen, där en ny mötesplats samt kollektivtrafiknod ska skapas.

Fördjupade studier inom luftmiljö, sol- och dagsljus, lokalklimat samt skyfallskartering har genomförts för Backaplan detaljplan 2 (diarienummer BN0335/19) och Backaplan detaljplan 3 (Diarienummer SBK: SBF-2023-00084 och diarienummer FK: EXF-2023-00632) (Göteborgs stad, 2023b). Parallellt med föreliggande utredning pågår flertalet kompletterande utredningar så som skyfallsutredning och trafikanalys (Göteborgs stad, 2023c).

Denna mikroklimatutredning utgår från de vindförhållanden som uppmättes av Miljöförvaltningen i Göteborg vid deras mätstation på det närbelägna Femmanhusets tak under åren 2015–2022, samt meteorologiska data erhållet av Göteborgs stad från år 2018, även dessa uppmätta på Femmanhusets tak (Göteborgs stad, 2018).

1.2 Syfte och komfortkriterier

Nedan beskrivs syftet med studien samt risker med påverkan från vind, strålningstemperatur och solljus inom detaljplaneområdet tillsammans med komfortkriterier.

1.2.1 Vind

Människan upplever vindens kylande effekt på olika sätt. Yttre faktorer som påverkar upplevelsen av vinden är vindens hastighet, luftens fuktighet och temperaturen. En vindhastighet på några meter per sekund jämfört med vindstilla kan göra att det känns 5–10 °C kallare. Redan en luftrörelse på 2 m/s ger en svag avkylning. Vid en medelvindhastighet över 3–5 m/s börjar vindkraften märkas på kroppen. Framkomligheten för äldre och rörelsehindrade försvåras då särskilt (Johansson & Sandberg, 2006). En medelvindhastighet på 5 m/s används ofta som en gräns för när vinden upplevs som besvärande (Johansson & Sandberg, 2006).

En urban vindstudie tas fram för detaljplaneområde 4 vid Backaplan för att utreda hur området påverkas av befintlig och planerad ny bebyggelse. Vindförhållandena inom det bebyggda området beräknas och jämförs med kriterier för vad som är att betrakta som gott vindklimat enligt Glaumann och Westerberg (1988).

Det finns ett flertal olika komfortkriterier att utgå ifrån i planeringen. Gemensamt för dessa är att vissa vindhastigheter inte får överskridas mer än en viss tidsandel av året för att området skall betraktas som lämpligt för vissa typer av aktiviteter (cykling, gång och olika tidsuppehåll av stillasittande). I denna utredning används kriterier framtagna av Glaumann och Westerberg som ligger mellan de allra strängaste och de allra mest tillåtande (1988). Glaumann och Westerbergs kriterier erbjuder flera olika sätt att bedöma vindklimatet. Dels utgår det ifrån att vindhastigheter över 5 m/s endast får förekomma under en viss procentandel av timmarna under året. Det bedöms också inom vilka områden vissa vindhastigheter överskrids under hälften av alla timmar under ett år.

Procenttalen i **Tabell 1** anger den högsta andel av tiden under ett år som gränsvärdet 5 m/s för vindhastigheten får överskridas. Ju längre tid som gränsvärdet överskrids ju högre sannolikhet för att tillfällen med mycket höga vindhastigheter och hög turbulensintensitet inträffar under överskridandeperioden.

Tabell 1. Komfortkriterier enligt Glaumann & Westerberg (1988).

Utemiljö	Komfortkriterier enligt Glaumann & Westerberg (1988)	
	Tidsandel av året som 5 m/s inte får överskridas	Årsmedian* av vindhastighet som inte får överskridas
Gång och cykelvägar – risk för personskador	50 %	5 m/s
Ytor för kortare uppehåll, till exempel torg, busshållplatser – gräns för acceptabla förhållanden	20 %	3 m/s
Ytor för längre uppehåll stillasittande, t.ex. uteplatser, lekplatser – gräns för önskvärda förhållanden	0,5 %	1,5 m/s

* medianen är det värdet som under 50 % av tiden inte överskrids, kallas även 50 percentilen

Skilnader mot andra kriterier ligger främst i hur ofta vindhastigheter kring 5 m/s får överskridas innan området bedöms vara olämpligt för längre uppehåll. Nederländska kriterier som finns i standarden NEN 8100 tillåter denna vindhastighet upp till 2,5 % av året, Davenports kriterier medger denna vindhastighet endast under 0,1 % av året (SMHI, 2007) och Lawsons kriterier talar om maximalt 1 % av tiden med vindhastighet på 5,5 m/s (Asplan Viak, 2015) för områden lämpliga för längre vistelse och stillasittande. De kriterier som tillämpas i projektet bedöms därför vara relativt strikta.

Vid kunskap om vilka områden som är utsatta för vindhastigheter som upplevs störande kan justering av byggvolym och lokala anpassningar i form av skärmar eller planteringar genomföras för att förbättra mikroklimat och kvalitéer i utomhusmiljön inom detaljplaneområdet.

1.2.2 Strålningstemperatur

Dagens forskning kan tydligt koppla många former av extremväder till klimatförändringarna (SMHI, 2023a).. Sannolikheten för värmeböljor, kraftig nederbörd och torka har redan idag ökat samt intensiteten av dessa till följd av klimatförändringarna. I ett framtida varmare klimat kommer extremvärden bli ännu mer påtagliga, både globalt och i Sverige. Vi måste därför även anpassa vårt samhälle till de nuvarande och framtida klimatförhållandena (SMHI, 2023a).

De främsta konsekvenserna av ett varmare klimat utifrån ett folkhälsoperspektiv är att enskilda grupper i samhället är sårbara för den värmestress som kan uppstå vid till exempel värmeböljor. Värmestress innebär att kroppstemperaturen stiger då kroppen får svårt att reglera sin temperatur genom svett och ökat blodflöde (Folkhälsomyndigheten, 2018). Vid värmestress påverkas blodcirkulation, andning och hjärtfunktion negativt. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB, 2015) pekar bland annat ut äldre personer, personer med hjärt- och kärlsjukdomar, lungsjukdomar, diabetes och personer med psykisk ohälsa som riskgrupper och är extra utsatta vid extrema och ihållande temperaturer. Även barn har visat sig ha en högre känslighet mot höga temperaturer (Folkhälsomyndigheten, 2015).

Temperaturer i urbana områden är generellt högre än i rurala områden (SMHI, 2023b). En viktig anledning till att urbana områden generellt är varmare än rurala områden är de material som används i byggnaderna och dess förmåga att lagra och absorbera värme. Hårdgjorda ytor som exempelvis asfalt, betong och tegel har förmågan att absorbera och avge värme, vilket i kombination med tät bebyggelse kan inkapsla värmen.

Människor upplever temperatur både utifrån lufttemperatur och strålning från sin omgivning (solstrålning, ytor med mera) (SMHI, 2023b). Ett sätt att mäta den upplevda temperaturen är strålningstemperatur, som är ett mått som kombinerar lufttemperatur och strålningsutbytet mellan människa och omgivning vilket spelar stor roll för den upplevda temperaturen hos människan. Måttet tar, förutom lufttemperatur och solstrålning, även hänsyn till vindhastighet och luftfuktighet (SMHI, 2023b; Folkhälsomyndigheten, 2018). Medan lufttemperaturen har små variationer på en mikroklimatisk skala, kan strålningstemperaturen variera stort, främst beroende på skuggning och inkommande solstrålning samt andra meteorologiska parametrar så som vindhastighet och luftfuktighet. Thorsson, et al. (2014) har visat att strålningstemperatur är ett bättre mått än lufttemperatur för att förutspå värmerelaterad mortalitet. Enligt Thorsson et al (2014) ökar risken för värmerelaterad mortalitet i åldersgruppen 80+ med 5% vid daglig maximal strålningstemperatur på 55 °C och med 10% vid daglig maximal strålningstemperatur över 60 °C. Studier har visat att strålningstemperaturen kan nå över 60 °C under varma, soliga dagar där lufttemperaturen ligger runt 25 °C. Även under dagar med relativt låg lufttemperatur kan strålningstemperaturen vara hög (Thorsson, et al., 2014). Detta sker under soliga och molnfria dagar, när solstrålningen är stark. Riktvärde 55 °C används för föreliggande rapport.

Vind kan ha både en kylande och en värmande effekt (Folkhälsomyndigheten, 2018). Är lufttemperaturen högre än hudens temperatur (cirka 33 °C) värmer vinden, medan den kyler om lufttemperaturen är lägre. Luftfuktigheten påverkar kroppens förmåga att avdunsta svett, vilket är kroppens sätt att kyla ner sig. Vid hög luftfuktighet kan inte svetten avdunsta, vilket gör att vår naturliga avkylning inte fungerar och vi riskerar att drabbas av värmeslag (Klimatanpassning, 2022). Även om luftfuktigheten är låg och svettningen klarar att kyla kroppen kan detta leda till hälsoproblem i form av uttorkning.

Strålningstemperatur påverkas främst av bebyggelsegeometri, yt- och materialegenskaper. Hög vegetation i urbana områden är temperaturreducerande både genom avdunstning och skuggbildning. Det har även visat sig effektivt minska värmestressen hos människor (Folkhälsomyndigheten, 2018).

En analys över solstrålningstemperatur tas fram för detaljplaneområdet samt närliggande detaljplaner, och utförs i ArcGIS Pro (ESRI, 2023). Ytor i detaljplaneområdet vid Backaplan där strålningstemperaturen överstiger önskat gränsvärde identifieras och karteras för föreslagen struktur.

1.2.3 Solljus

En analys över antal timmar av dagsljus tas fram med hjälp av ArcGIS Pro (ESRI, 2023). Boverket (2020) anger i sina byggregler (BBR), avsnitt 6:323, att tillgång till dagsljus ska finnas i rum där människor vistas mer än tillfälligt. Det anges dock inget värde för tillräckligt solljus. Boverkets skrift Solklart (1991) ger viss vägledning men skriften bygger på äldre lagstiftning, där både hälsa och trevnad ingick. Krav på trevnad utgör inte längre en del av Plan- och bygglagen (PBL). I Solklart (1991) anges en rekommendation på minst 5 timmars sol mellan klockan 9–17 vid tidpunkten kring vår- och höstdagjämning. Denna rekommendation gäller i bostaden och i närområdets lektyr och sittplatser. Även i Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2020:1 "Arbetsplatsens Utformning") anges att "Arbetsplatser ska vara utformade så att de kan ge tillfredsställande dagsljus och utblick under arbetsdagen" (§137).

Bebyggelse som är väldigt tätbebyggd och/eller hög kan göra att tillgången till solljus minskar och påverka trivselen i området. Bebyggda områden som är mörka tenderar att uppfattas som otrygga att vistas i enligt Ceccato et al. (2019).

2 Metod

I detta avsnitt presenteras de metoder som använts i studierna över vindförhållanden, strålningstemperatur samt solljustimmar. Analyserna för respektive studie har utförts med hjälp av programmen MISKAM (Eichhorn D. J., 2023), QGIS plug-in verktyget SOLWEIG (Lindberg, Holmer, & Thorsson, 2008) och ArcGIS Pro (ESRI, 2023; Eichhorn D. J., 2023) med tillhörande verktyg.

2.1 Data som används i studien

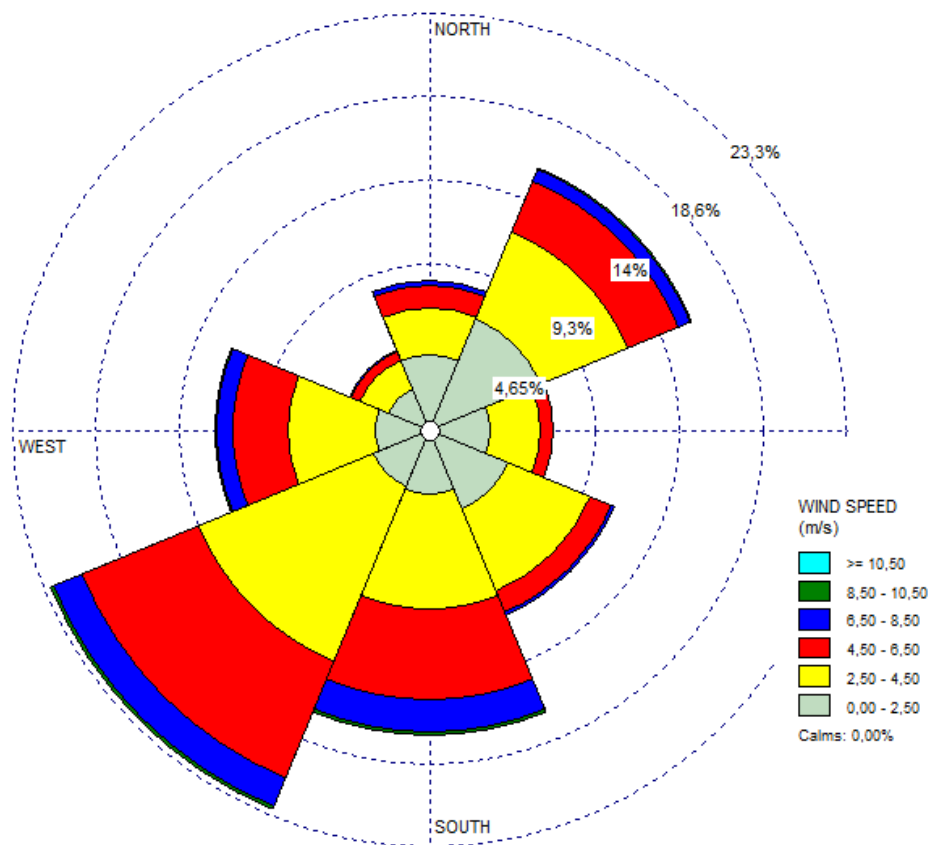
För genomförande av i studierna över vindförhållandena, strålningstemperatur samt solljustimmar har data från Göteborgs stad och Öppna data använts. I **Tabell 2** redovisas den data som används för respektive studie.

Tabell 2. Data som används i studien.

Data	Studie	Upplösning	År	Källa
Meteorologiska data (lufttemperatur, vindhastighet, solinstrålning och relativ luftfuktighet)	Strålningstemperatur	Timdata	2018	Öppna data - datamängd - Göteborgs Stad (goteborg.se)
DTM (Digital Terrain Model – Höjddata)	Strålningstemperatur och solljus	TIFF-fil med pixelstorlek 0,5 meter	2017	3D-data - Göteborgs Stad (goteborg.se)
Vinddata (vindhastighet, vindriktning)	Vind	Timdata	2015–2022	Öppna data - datamängd - Göteborgs Stad (goteborg.se)
Planerad bebyggelse Detaljplan 1–4 Backaplan	Vind, strålningstemperatur och solljus	3DS-fil illustrerande 3D byggnader	2023	Göteborgs stad

2.2 Beräkning av vindklimatet

I beräkningsmetoden har vinddata som uppmätts vid närmast belägna mätstationen, Femmanhuset, i Göteborg använts. Vinddatan är uppmätt av miljöförvaltningen i Göteborg mellan 2015–2022 och innehåller timmedelvärden samt vindriktningar. Vindriktningar- och hastigheter har sedan grupperats i 36 kombinationer som var och en har sin frekvens. Vid den indelningen har fokus legat på att fånga in de situationer där vindhastigheter över 5 m/s bedöms kunna förekomma. I **Figur 2** visas vindrosen från Femmanhusets tak för hela året grundad på data från åren 2015–2022.



Figur 2. Vindros för Femmanhusets tak 2015–2022

Figur 2 visar att vindar från sydväst, syd och nordöst är vanligast. De högsta vindhastigheterna kommer från sydväst och syd. Minst blåser det från nordväst. Figuren visar också att det är nödvändigt att beakta alla vindriktningar som förekommer för att få en realistisk bild av vindklimatet inom ett område. De två mest frekventa vindriktningarna förekommer sammantaget endast under mindre än hälften av tiden.

För att beräkna vindförhållandena för varje enskilt fall inom beräkningsområdet har programmet MISKAM (Eichhorn D. J., 2023) använts som är en tredimensionell icke hydrostatisk flödesberäkningsmodell särskilt lämpligt för trånga gaturum och stadskvarter (Eichhorn & Kniffka, 2010). De resulterande 36 framräknade vindfälten har sedan bearbetats statistiskt för att kunna ta fram medelvindhastigheter, maximala vindhastigheter och statistiska mått (percentiler) på förekomsten av olika vindhastigheter.

Utredningen har koncentrerats på att beräkna vindförhållandena utifrån den planerade utformningen av detaljplan 4 Backaplan. Beräkningsområdets gränser har valts så att de byggnaderna som bedöms påverka vindförhållandena kommer med i beräkningen. Beräkningsområdet för vindfälten för detaljplan 4 Backaplan framgår av **Figur 3**.



Figur 3. Beräkningsområdet för vindfält för detaljplan 4 vid Backaplan

Den använda beräkningsmodellen är verifierad och validerad i ett stort antal tester, främst mot den tyska standarden VDI-Code 3783/9 "Environmental meteorology - Prognostic microscale wind field models - Evaluation for flow around buildings and obstacles".

I alla modellberäkningar finns det dock vissa osäkerheter som beror på att modellen är en förenkling av verkligheten och att modellen utgår från statistik över tidigare förhållanden. Förenkningarna i modellen görs för att kunna genomföra beräkningarna av vindfälten inom en rimlig tid med tillgängliga medel. Detta innebär att ingen hänsyn har kunnat tas till detaljer som är mindre än en meter i bebyggelsen. Förenklingar och osäkerheter kan innebära att det förekommer förhållanden där det blåser för mycket även i områden som bedömts vara lämpliga för långvarigt stillasittande. Kriterierna gör det dock möjligt att skilja mellan områden som oftast är lämpliga och sådana som oftast är olämpliga för olika ändamål.

2.3 Beräkning av strålningstemperatur

En analys över strålningstemperatur har utförts i QGIS plug-in verktyget SOLWEIG (Solar and LongWave Environmental Irradiance Geometry model). SOLWEIG är en GIS-baserad metod utvecklad vid Göteborgs universitet för att simulera strålningstemperatur (T_{mrt})* i urbana miljöer (Lindberg, Holmer, & Thorsson, 2008) och är vetenskapligt verifierad i flera studier, exempelvis Chen et al. (2014) samt Lindberg och Grimmond (2011). Resultaten av modellen ger en indikation på hur de faktiska förhållandena ser ut men det finns några faktorer som påverkar modellresultatet. Som tidigare nämnts har placeringen av träd en betydelse för hur hög strålningstemperaturen blir, men även övrig vegetation eller annan typ av skuggning kan sänka strålningstemperaturen, något som inte beaktats i denna studie. SOLWEIG finns tillgänglig i modelleringsverktyget UMEP (*Urban Multi-scale Environmental Predictor*). SOLWEIG simulerar strålningstemperaturer utifrån data över byggnadsgeometri, vegetation och höjddata samt meteorologiska data. Strålningstemperaturen har analyserats med hjälp av Göteborgs stad meteorologiska data från 2018, en särskilt varm sommar i Sverige och Göteborg (Göteborgs stad, 2018). Simuleringen har utförts under tre olika dagar under detta år och valet av dagar baseras på tidigare utredningar över detaljplan 2 och 3 (COWI, 2020; 2022). I **Tabell 3** redovisas dagarna med respektive lufttemperatur, vindhastighet, relativ luftfuktighet och solinstrålning.

Tabell 3. Utvalda dagar för simulering i SOLWEIG.

Datum	Typ av dag	Tid	Lufttemperatur	Vindhastighet	Relativ luftfuktighet	Solinstrålning
7 maj	Medelvarm sommardag	14:00	20°C	4,9 m/s	47 %	777.85 W/m ²
23 juni	Sval sommardag	14:00	18,5°C	4,3 m/s	47 %	800.08 W/m ²
27 juli	Varm sommardag	14:00	30°C	4 m/s	45 %	787.73 W/m ²

I SOLWEIG-modellen förbereds meteorologiska data för dessa tre dagar, där data över lufttemperatur, vindhastighet, solinstrålning och relativ luftfuktighet har inhämtats från Göteborg stads mätstation vid Femmanhuset i centrala Göteborg (Göteborgs stad, 2018). Även en så kallad Sky View Factor ("himmelsfaktor", det vill säga hur stor del av himlen som syns från marken) tas fram med hjälp av verktyg i UMEP.

I analysen över strålningstemperatur har de befintliga träden inom detaljplan 4 satts ut med hjälp av verktyget "Tree Generator" i UMEP. Dessa har tagits fram med hjälp av satellitbilder (Google Satellite, 2023) och inte genom fältbesök, och därmed kan de faktiska träden som finns i området skilja sig något åt. Då det ännu inte är bestämt vilka träd som ska behållas inom Backaplansområdet, eller hur nyplanteringen av träd och annan växtlighet ska se ut innebär detta att den faktiska strålningstemperaturen när byggnationen är klar kan skilja sig något från resultaten som tas fram i denna studie, sett till effekt från vegetation. Även inom övriga detaljplaner har träd satts ut i modellen för att illustrera deras värmesänkande effekter och betydelse för det lokala klimatet, men placeringen av träd kan komma att ändras även inom dessa detaljplaner, och karteringen av träd i denna studie ska därmed inte ses som heltäckande.

Resultaten över strålningstemperatur som genererats i SOLWEIG-modellen har sedan analyserats i "SOLWEIG Analyzer", där resultat för en viss tidpunkt på den analyserade dagen tas fram. Då strålningstemperaturen beräknas vara som störst klockan 14 på eftermiddagen (SMHI, 2023c) är det denna tidpunkt som presenteras i resultaten, se avsnitt 3. Även detaljplan 1–3 har inkluderats i analysen då denna bebyggelse har en inverkan på förhållandena inom detaljplan 4. Resultat och diskussionen presenteras med fokus på detaljplan 4.

*mean radiant temperature

2.4 Beräkning av solljustimmar på mark

För beräkning av årlig mängd solljustimmar och solinstrålning används en högupplöst höjdmodell (DSM) för att beräkna solexponeringen i utredningsområdet. Solstudien genomförs via analysmetoden "Area Solar Radiation" i ArcGIS PRO. Analysverktyget beräknar solinstrålning över ett angivet område, baserat på metoder från algoritmen utvecklad av Rich (Rich P. M., 1994) och vidare utvecklad av Fu och Rich (Rich, 2000). Modellen visar hur många timmar solstrålning som når ett område utifrån vald dag. I denna studie används 21 mars som referens då det är kring detta datum som vårdagjämningen sker.

Inga träd har inkluderats i solljusstudien, eftersom analysen genomfördes den 21 mars, en tidpunkt på året då träden ännu inte har fått sina löv och ljuset släpps igenom mer. Om man genomför en analys av solljus under sommarhalvåret är det dock viktigt att inkludera träd och deras skuggande effekt. Även detaljplan 1–3 har inkluderats i analysen eftersom denna bebyggelse påverkar förhållandena inom detaljplan 4. Resultatet och diskussionen presenteras med fokus på detaljplan 4.

3 Resultat

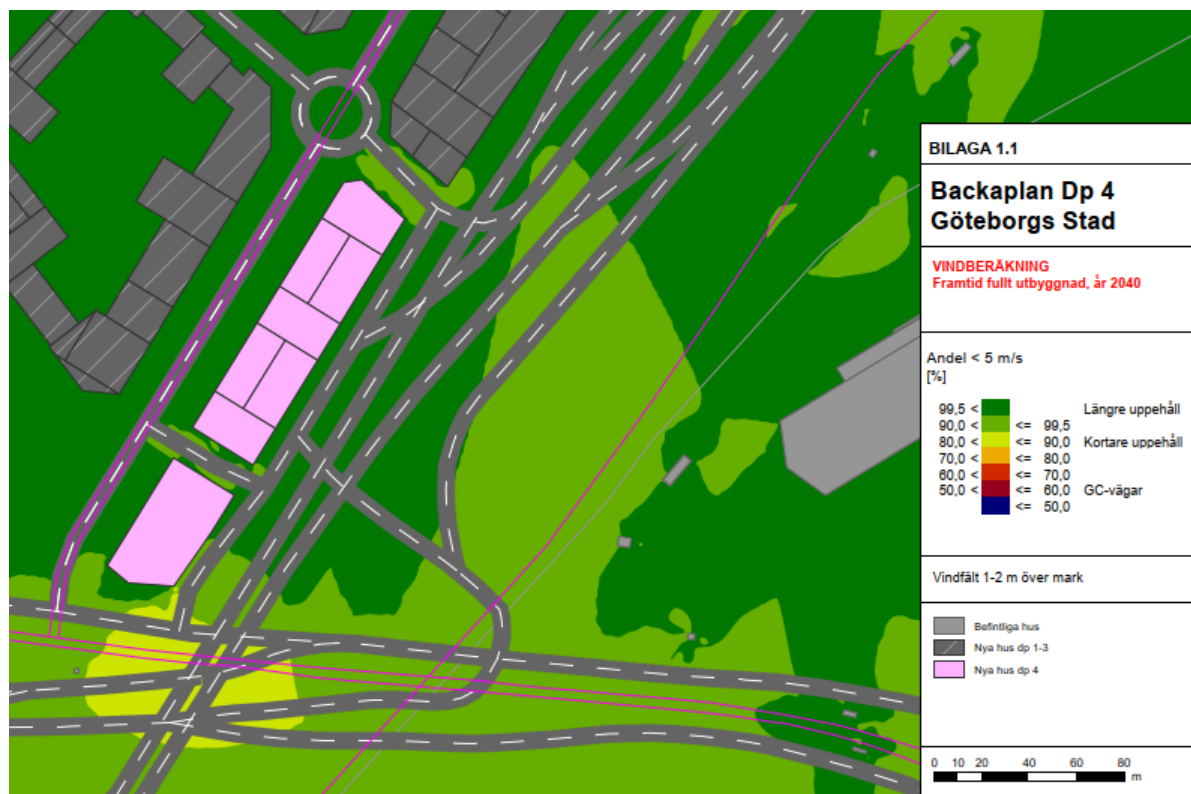
3.1 Vind

Resultat av vindberäkningarna redovisas i **Bilaga 1.1–1.4** enligt följande:

- Bilaga 1.1 – Kriterier andel av tiden som underskrider 5 m/s (alla utemiljöer)
- Bilaga 1.2 – Kriterier årsmedian 1,5 m/s (ytor för längre uppehåll stillasittande)
- Bilaga 1.3 – Kriterier årsmedian 3 m/s (ytor för kortare uppehåll)
- Bilaga 1.4 – Kriterier årsmedian 5 m/s (gång och cykelvägar)

Bilaga 1.1 och **Figur 4** redovisar hur ofta vindhastigheter över 5 m/s förekommer inom området. Inom mörkgröna områden förekommer dessa mindre än 0,5% av tiden och där är det därför lämpat för längre uppehåll enligt komfortkriterierna. Vindhastigheter över 5 m/s förekommer mellan 0,5 och 20 % av tiden för ljusare nyanser av grönt. Enligt kriterierna är dessa mindre lämpade för längre uppehåll men lämpliga för kortare uppehåll. Områden som ej är lämpliga för några av utemiljöerna och kan innebära risk för personskador redovisas med blått.

Enligt resultatet för kriterier om andel av tid över 5 m/s är ingen del av detaljplan 4 och dess närmiljö olämplig för kortare uppehåll. Det finns områden som är mindre lämpliga för längre uppehåll mellan huskropparna i detaljplan 4 samt norr och söder om detaljplanen. De mörkgröna områdena öster och väster om byggnadskropparna inom detaljplan 4 är lämpliga för längre uppehåll enligt kriterier om andel av tid över 5 m/s.

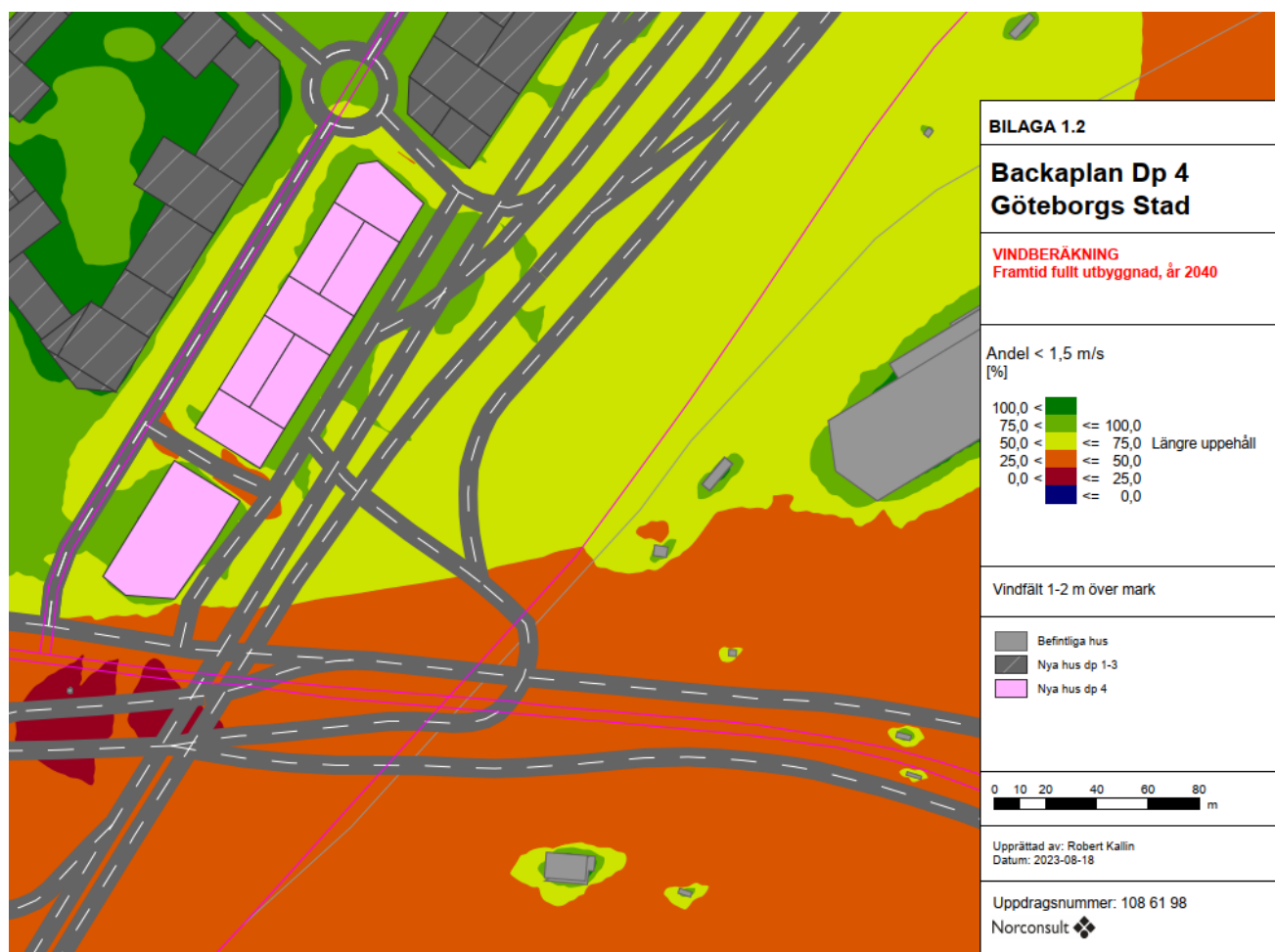


Figur 4. Utklipp från Bilaga 1.1. Kriterier vindhastighet andel under 5 m/s

För att komplettera resultaten jämförs de med de alternativa kriterierna i kapitel 1.2 som baseras på medianen av vindhastigheter på 1,5, 3 och 5 m/s.

I **Bilaga 1.2** och i **Figur 5** anges områden där medianen (50-percentilen) av vindhastigheten ligger under 1,5 m/s med gröna färger. Dessa områden är lämpliga för längre uppehåll. Områden där medianen överskrider 1,5 m/s anges med röda färger och bedöms vara olämpliga för längre uppehåll. För att förbättra redovisningen visas även var gränsen går för 25-percentilen (vindhastigheten 1,5 m/s överskrids 25 % av tiden) och 75-percentilen (vindhastigheten 1,5 m/s överskrids 75 % av tiden).

Medianen av vindhastigheter under 1,5 m/s överskrids söder om detaljplan 4 samt mellan huskropparna i detaljplanen. Resterande del av detaljplanens närmiljö beräknas ha en median av vindhastighet under 1,5 m/s och är därför lämpliga för längre uppehåll enligt komfortkriterierna.



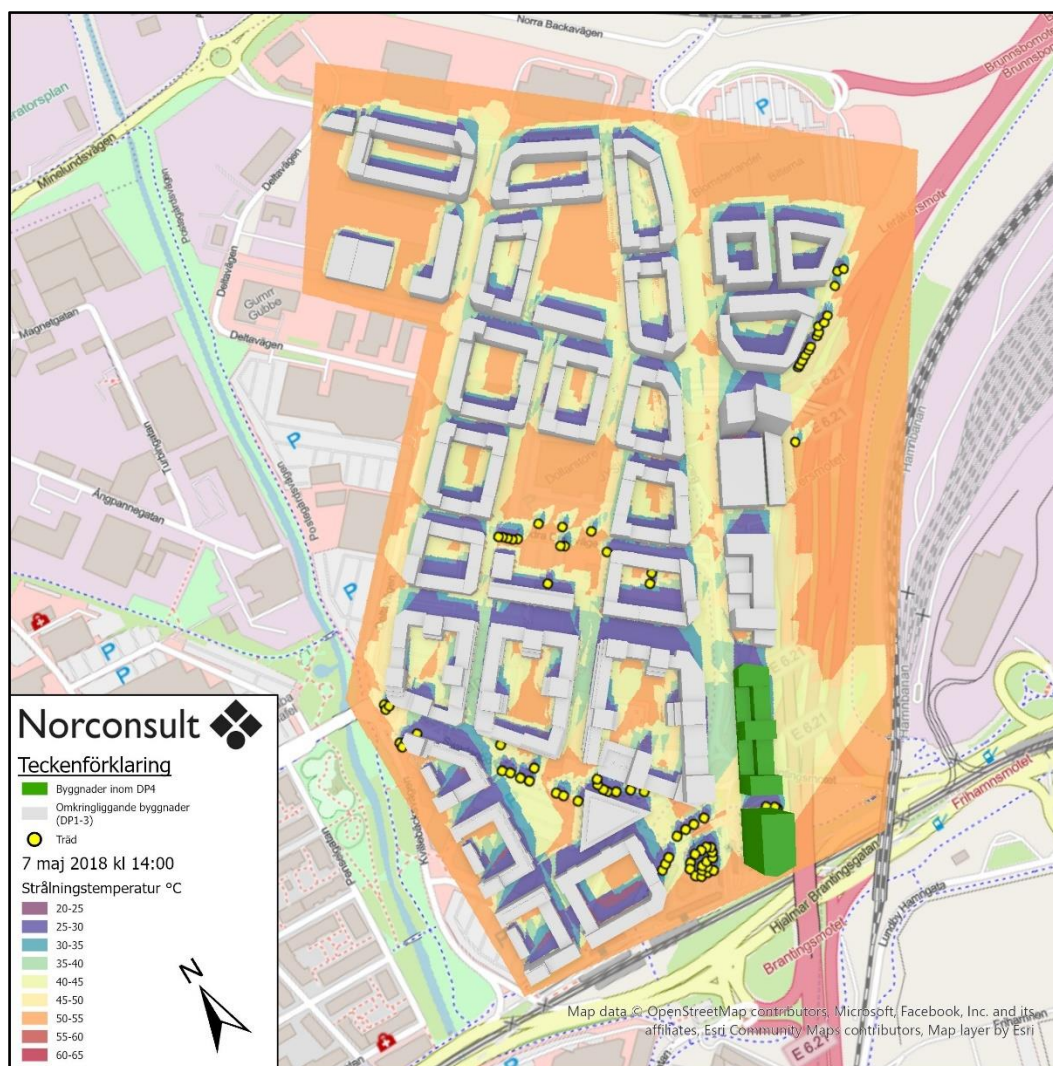
Figur 5. Utklipp från Bilaga 1.2. Kriterier vindhastighet median under 1,5 m/s

Kriterierna för medianen av vindhastigheter under 3 och 5 m/s redovisas i **Bilaga 1.3** respektive **Bilaga 1.4**. Liksom för vindhastigheter under 1,5 m/s redovisas dessa med grön färg om kriteriet underskrids. För både median under 3 och 5 m/s underskrids kriteriet för hela det beräknade området. Detta medför att röda områden i **Bilaga 1.2** och **Figur 5** (områden som ej klarar komfortkriteriet för längre uppehåll) klarar kriteriet för kortare uppehåll så som torg och busshållplatser.

3.2 Värmestrålning

3.2.1 7 maj 2018, medelvarm dag:

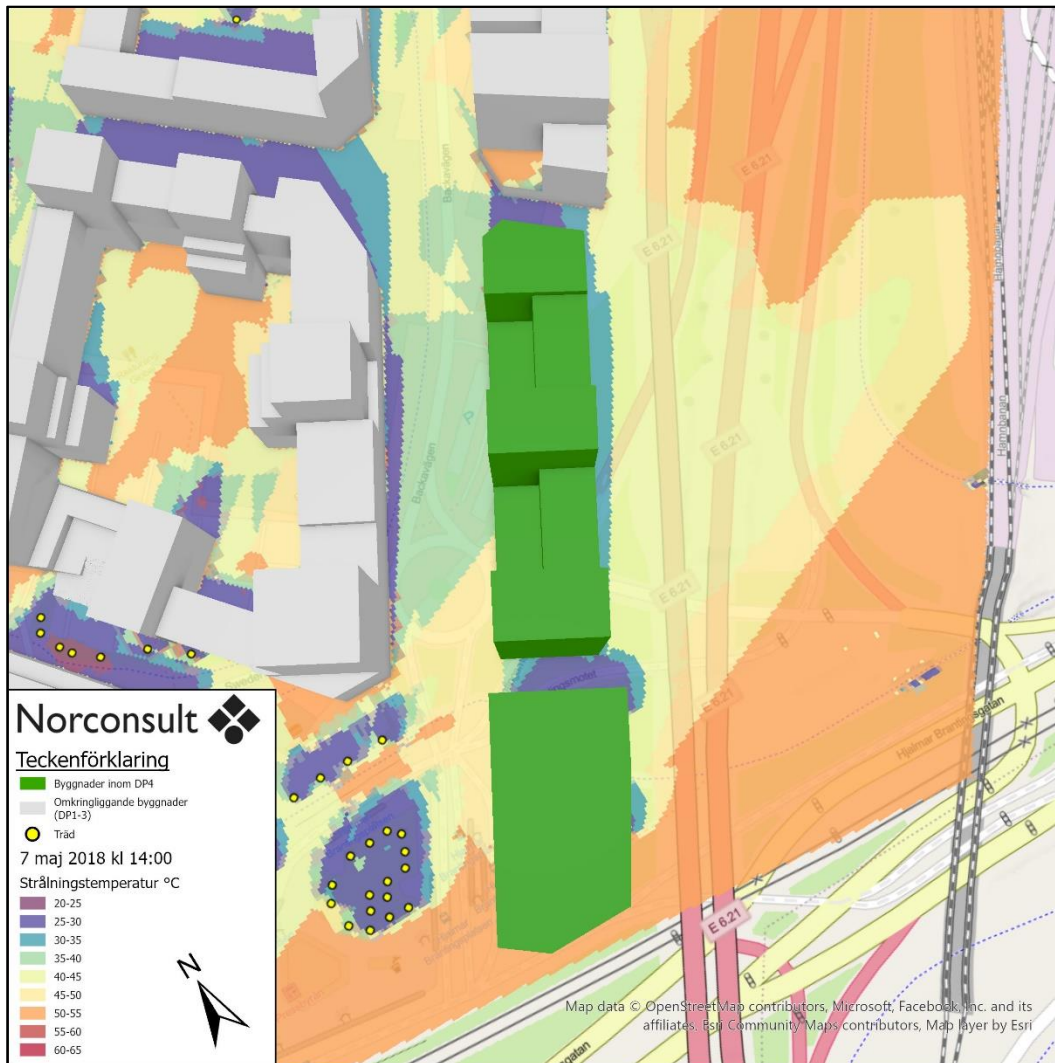
Vid klockan 14 på eftermiddagen den 7 maj 2018, då lufttemperaturen ligger kring 20 °C, ligger över stora delar av området mellan strålningstemperaturen 50–55 °C. Områden närmast husväggarna och inom vissa trängre kvarter, som fortsatt ligger i skugga, når strålningstemperaturen inte över 30 °C. Vissa trängre gator ligger helt i skugga medan större innergårdar och lite bredare gator värms upp till strålningstemperaturer om ett T_{mrt} -värde mellan 50–55 °C, se **Figur 6**.



Figur 6. Strålningstemperatur den 7 maj 2018, klockan 14.00 över detaljplanerna 1–4. Denna dag representerar en medelvarm sommardag. Lufttemperaturen vid 14.00 var 20 °C.

Över de ytor som omger detaljplan 4 ligger strålningstemperatur T_{mrt} i allmänhet i intervallet 40–45 °C (gul färg) med några små områden med strålningstemperaturer nere på 25–30 °C (blå färg), se **Figur 7**. Området runtomkring det sydligaste huset inom detaljplan 4 är det område som främst drabbas av höga

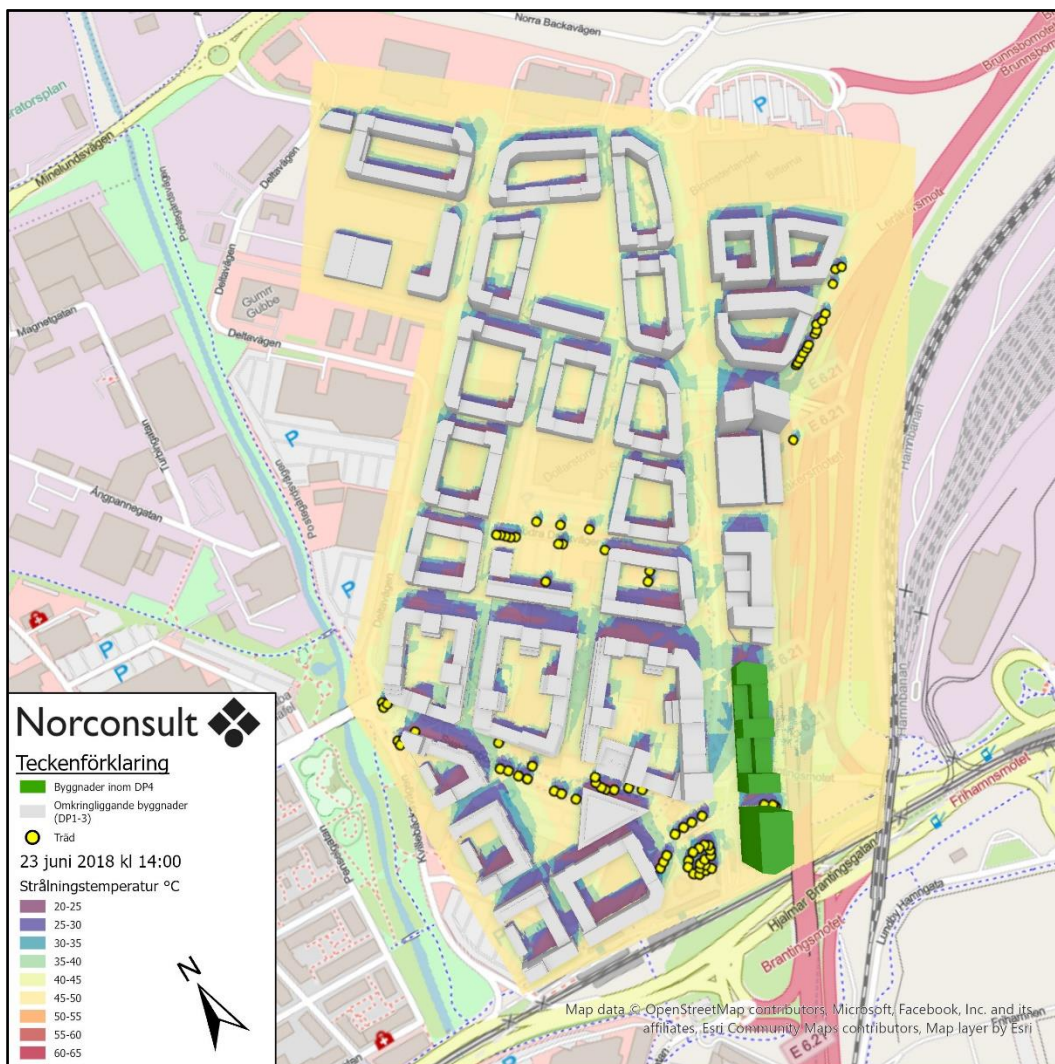
strålningstemperaturer under denna dag upp till ett T_{mrt} -värde på 50–55 °C (orange färg). Övrig bebyggelse inom detaljplan 4 är mer omgärdad av skugga.



Figur 7. Strålningstemperatur den 7 maj 2018, klockan 14.00 över detaljplan 4. Denna dag representerar en medelvarm sommardag. Lufttemperaturen vid 14.00 var 20 °C.

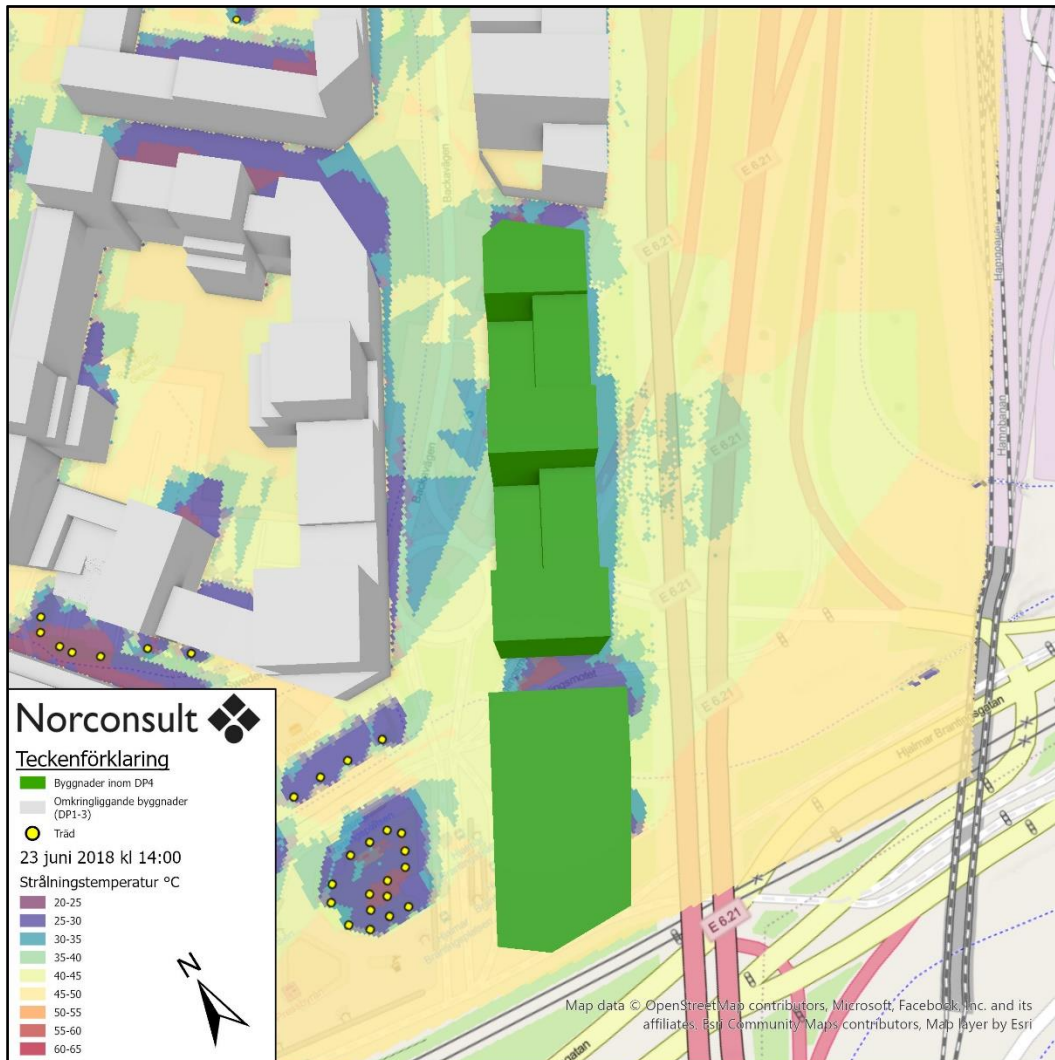
3.2.2 23 juni 2018, svalare sommardag

Under den 23 juni 2018, vilket är en svalare sommardag med temperaturer kring 18,5 °C på eftermiddagen, uppnås inga strålningstemperaturer överskridande rådande riktvärde 55 °C, se **Figur 8**.



Figur 8. Strålningstemperatur den 23 juni 2018, klockan 14.00 över detaljplanerna 1–4. Denna dag representerar en svalare sommardag. Lufttemperaturen vid 14.00 var 18,5 °C.

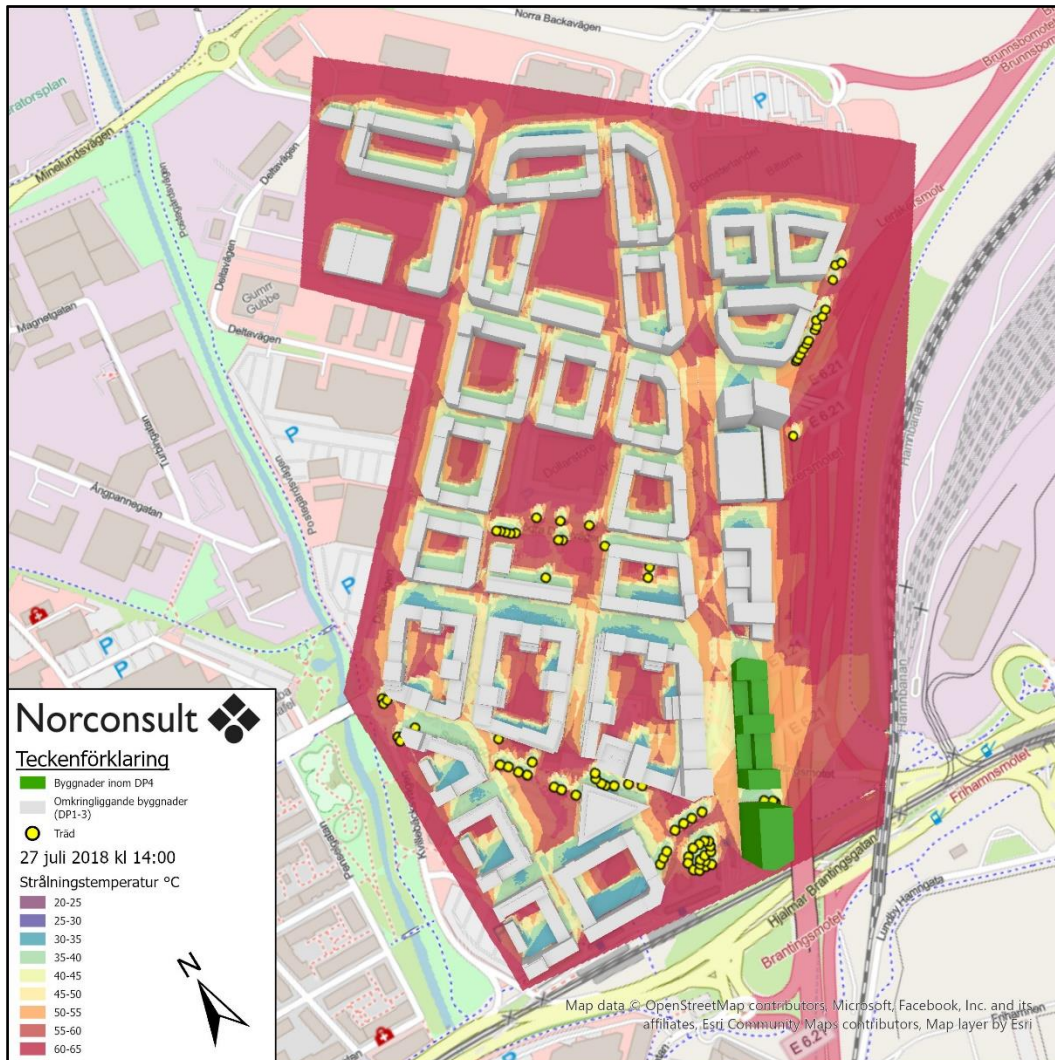
Under en svalare sommardag når strålningstemperaturen kring detaljplan 4 upp till ett T_{mrt} -värde på 40–45 °C. I den södra delen av området, som är till största del solbelyst, blir inte strålningstemperaturen högre än T_{mrt} -värdet 45–50 °C. Detta skiljer sig åt från en medelvarm dag med likande strålningstemperaturer kring detaljplan 4 med dock med en högre strålningstemperatur i det södra området som är till största del solbelyst. Under den kyligare sommardagen förekommer inte lika stora temperaturskillnader mellan områden som är skuggbelagda och solbelysta jämfört med en medelvarm och varm sommardag, se **Figur 9**.



Figur 9. Strålningstemperatur den 23 juni 2018, klockan 14.00 över detaljplan 4. Denna dag representerar en svalare sommardag. Lufttemperaturen vid 14.00 var 18,5 °C.

3.2.3 27 juli 2018, varm sommardag

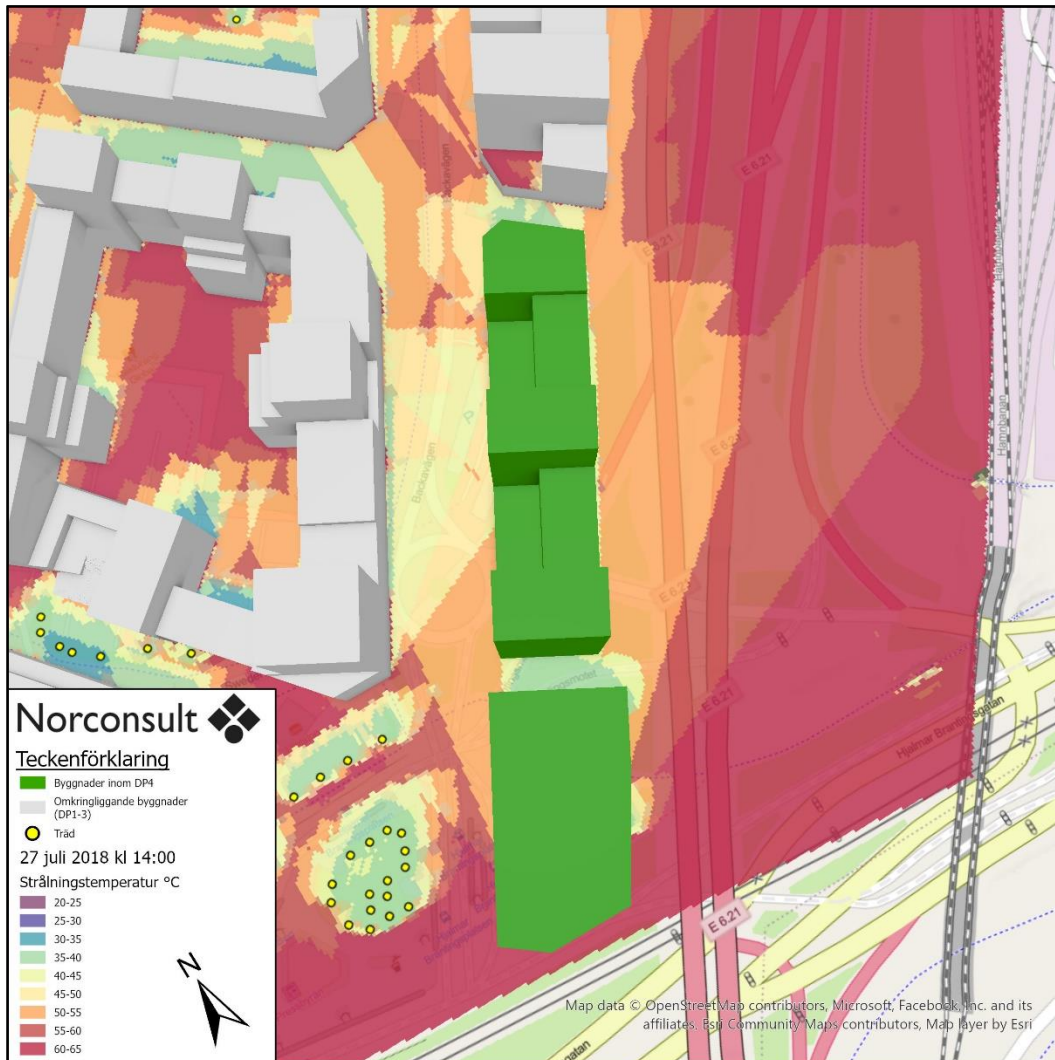
Vid klockan 14 på eftermiddagen den 27 juli 2018, då lufttemperaturen ligger kring 30 °C, ligger strålningstemperaturen mellan T_{mrt} värdet 60–65 °C över stora delar av området, vilket överskrider riktvärdet 55 °C. Områden närmast husväggarna och inom vissa trängre kvarter, som fortsatt ligger i skugga, når strålningstemperaturen inte över 35 °C medan större innergårdar och bredare gator värms upp till höga strålningstemperaturer mellan T_{mrt} värdet 55–65 °C, se **Figur 10**.



Figur 10 Strålningstemperatur den 27 juli 2018, klockan 14.00 över detaljplanerna 1–4. Denna dag representerar en mycket varm sommardag. Lufttemperaturen vid 14.00 var 30 °C.

I **Figur 11** ses en inzoomning av området kring detaljplan 4 där det tydligt syns att området kring den södra byggnaden är mest utsatt för värmestrålning.

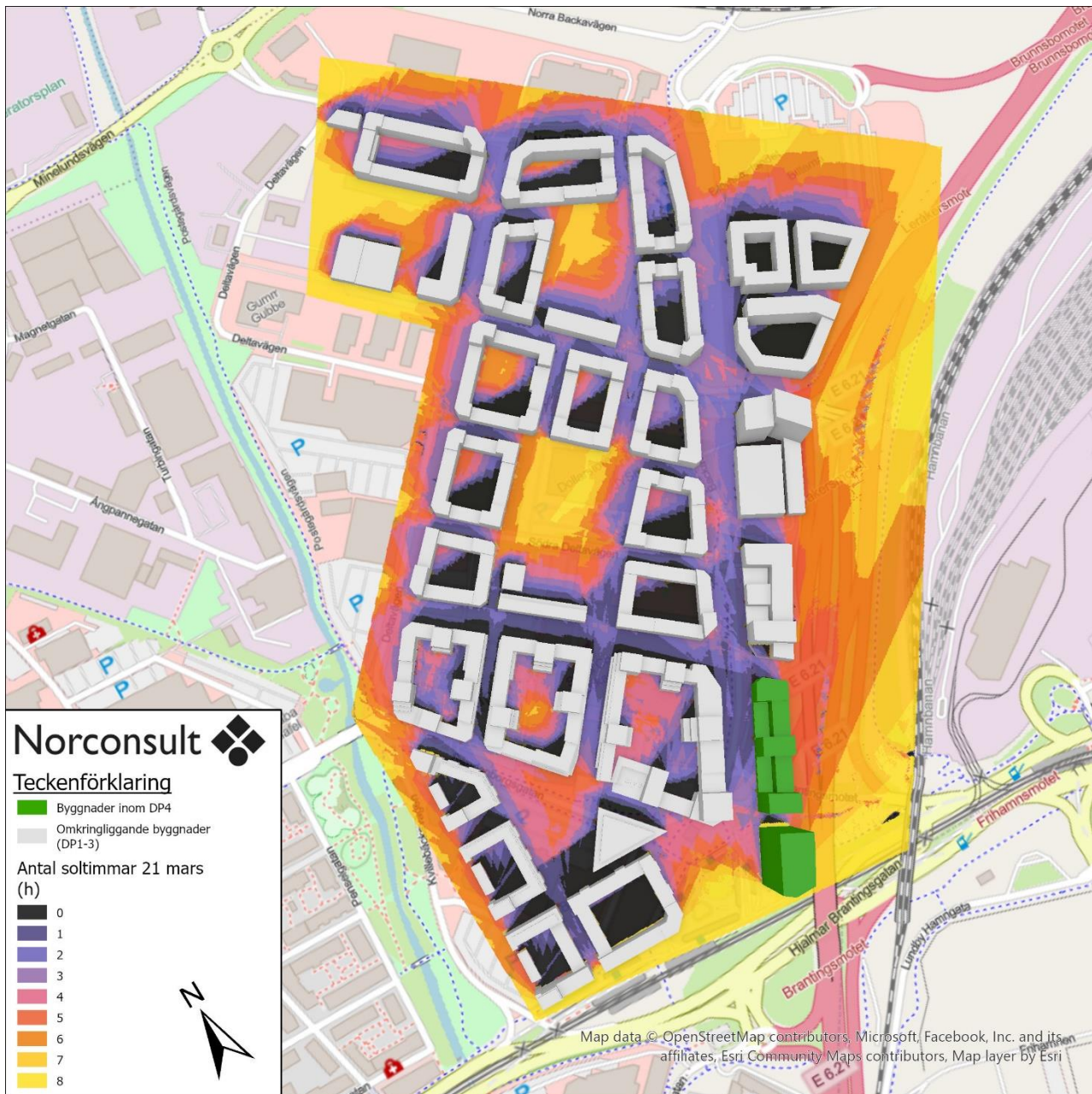
Områden närmast husväggarna inom detaljplan 4 ligger strålningstemperaturen T_{mrt} inom intervallet 40–55 °C, vilket ligger under riktvärdet. Även här är det området runt det sydligaste huset inom detaljplan 4 främst drabbas av hög strålningstemperatur under denna dag med ett T_{mrt} -värde på 60–65 °C, relativt resterande bebyggelse inom detaljplan 4. Denna strålningstemperatur överskrider de riktvärde som används i föreliggande rapport. Övrig bebyggelse inom detaljplan 4 är mer omgärdad av skugga. Här syns även den värmsänkande effekten från träden, i jämförelse med omgivande öppna ytor som utsätts för höga strålningstemperaturer ($T_{mrt} > 60$ °C), se **Figur 11**.



Figur 11. Strålningstemperatur den 27 juli 2018, klockan 14.00 över detaljplan 4. Denna dag representerar en mycket varm sommardag. Lufttemperaturen vid 14.00 var 30 °C.

3.3 Solljus

Solljusstudien redovisar antal timmar av solljus som området får under den 21 mars, vilket är ett ungefärligt datum då vårdagjämningen brukar inträffa. Nordväst om bebyggelsen i detaljplan 4 uppnås endast 1–2 timmar solljus om dagen. På den östra sidan av bebyggelsen är tillgången till solljus bättre med solljustimmar upp mot 5–6 timmar. Gällande övriga detaljplaner inom Backaplan är det på smala gator omgärdade av hög bebyggelse samt på innergårdar som solljuset inte når in, se **Figur 12**.



Figur 12. Antal timmar av solljus under 21 mars (ett ungefärligt datum för vårdagjämningen).

4 Diskussion

4.1 Vind

Vid planering av området bör vistelseytor i första hand anläggas där vindförhållandena är gynnsamma för längre uppehåll. Enligt beräkningarna är större delen av ytorna kring detaljplan 4 lämpliga för längre uppehåll med undantag för mellan huskropparna och söder om de planerade byggnadskropparna. Om det finns önskemål att anlägga vistelseytor inom områden där vindklimatet inte är lämpligt för längre vistelse kan skyddsåtgärder behöva vidtas.

För att förbättra vindklimatet bör det då arbetas med skärmar eller planteringar som bromsar vinden och minskar turbulensen. Utformningen av vindskyddet beror på storleken på ytan som skall skyddas och andra faktorer som till exempel vindhastigheten. Utformningen måste därför studeras från fall till fall.

Även planteringar ger vindskydd men detta kan variera beroende på eventuell lövfällning, utformningen och tillväxten av planteringen mm. En kombination av plantering och skärm kan dock vara mycket effektiv. För en mera ingående beskrivning av vindskyddande åtgärder hänvisas till boken Klimatplanering Vind (Glaumann & Westerberg, 1988).

4.2 Strålningstemperatur

Inom Backaplan är det generellt sett vissa områden som är mycket soliga medan andra är nästan helt skuggade. Därför är fördelningen av sol och skugga ojämn. Detta är typiskt för områden med relativt hög och tät bebyggelse, liksom den som planeras inom detaljplan 4 samt inom övriga detaljplaner för området. Både under en medelvarm sommardag (7 maj 2018) samt under dagar med mer extrem hetta (27 juli 2018) uppnår stora delar av området en strålningstemperatur på 50 °C eller högre. Detta gäller främst större öppna ytor samt innergårdar. Å andra sidan finns en stor andel kvarter där strålningstemperaturen ligger på en betydligt lägre nivå (35–45 °C). I dessa områden blir troligtvis inte värme ett problem under dagtid på sommaren, men de riskerar att bli kalla och mörka under vinterhalvåret.

Då det ännu inte är bestämt hur placeringen av träd ska se ut kan detta användas för att sänka värmestrålningen inom de områden som har hög modellerad strålningstemperatur på varma dagar om sommaren. Träd eller annan hög vegetation i urbana områden är temperaturreducerande både genom avdunstning och skuggbildning (Folkhälsomyndigheten, 2018), vilket även de resultat som inkluderar befintliga träd visar. Det är därför av stor vikt att försöka behålla befintliga träd inom området då de är högre och ger mer skugga jämfört med att plantera nya träd som tar tid att växa sig stora nog för att ge temperaturreducerande effekt. Området uppvisar inte några större topografiska skillnader, utan är relativt platt, vilket gör att naturlig skuggning inte uppstår.

Vid planering utifrån ett värmeperspektiv ska staden utformas för att alla, även riskgrupper, ska kunna vistas där. Med rätt åtgärder kan även riskgrupper vistas i områden som riskerar att bli varma. Det framtida förändrade klimatet med varmare temperaturer och fler värmeböljor innebär att förhöjda temperaturer i sig är oundvikliga. Det finns dock ett antal åtgärder som sänker temperaturerna i bebyggda områden och minskar riskerna för värme i urbana områden:

Öka andelen grönska: En av de mest effektiva åtgärderna är att öka andelen grönska i staden, då vegetation har en kylande effekt både i form av transpiration (avdunstning, vilket är en kylande processen) och skuggning från framför allt höga träd (Folkhälsomyndigheten, 2018). Kyleffekten från vegetation ökar ju större området av grönska är. Större urbana parker kan ha en kyleffekt på flera grader och sträcka sig hundratals meter in i närmaste bebyggelse. Därför är en viktig åtgärd att öka framför allt andelen sammanhängande grönska, i form av parker och urbana skogsområden. För maximal sänkning av temperatur bör träd föredras framför buskar

och gräs, då de även bidrar med skugga. Att öka andelen gatuträd kan ha en lokal värmesänkande effekt, framför allt i form av skuggning. Denna åtgärd bör prioriteras vid sårbara verksamheter såsom vid äldreboenden och skolgårdar. Även gröna tak och väggar kan ha en kylande effekt, men även den effekten är lokalt begränsad till närmaste omgivningen (Folkhälsomyndigheten, 2018).

Överväg material- och ytegenskaper vid bebyggelse: En högre andel ljusa, reflektiva ytor på tak och väggar kan till viss del ha en kylande effekt då värmen reflekteras. Detta har dock störst effekt på inomhustemperaturen och inte för människor som vistas utomhus. Då högre reflekterande ytor även ökar risken för bländning är det att föredra att placera dessa på tak eller högre väggar och inte i ögonhöjd (Folkhälsomyndigheten, 2019).

Öka andelen permeabla (genomsläppliga) ytor: Då hårdgjorda ytor, såsom asfalt, både är värmelagrande och snabbt leder bort vatten, ökar detta risken för höga temperaturer i städer (Folkhälsomyndigheten, 2019). Genom att ersätta hårdgjorda ytor med mer genomsläppliga material, till exempel gräsmattor, ängsmarker och grusplaner, ökas den direkta avdunstningen.

4.3 Solljus

Som tidigare nämnts finns ingen exakt definition av hur mycket solljus vi ska ha tillgång till per dag, men Boverkets rekommendation (1991) är 5 timmars solljus mellan klockan 9–17 kring vårdagjämningen. En stor del av innergårdarna samt kvarteren och gatorna mellan de högsta husen uppnår inte denna rekommendation. Stora delar av dessa områden ligger i skugga denna period på året. Därför rekommenderas inte att sociala utomhusytor och/eller lekplatser placeras i de områden där solljuset inte når. En annan aspekt av för stor andel skuggning är att platserna kan upplevas otrygga, vilket är viktigt att ta in vid utformningen av dessa gator, genom exempelvis en ökad andel belysning kvällstid (Ceccato et al., 2019). De platser inom detaljplanen som nås av väldigt lite sol kan behöva kompenseras med inomhusbelysning.

5 Slutsats

Med de använda komfortkriterierna från Glaumann & Westerberg (1988) beräknas större delen av ytorna kring detaljplan 4 vara lämpliga för längre uppehåll med undantag för mellan huskropparna och söder om de planerade byggnadskropparna. Vid planering av området bör vistelseytor i första hand anläggas där vindförhållandena är gynnsamma för längre uppehåll. Om det finns önskemål att anlägga vistelseytor inom områden där vindklimatet inte är lämplig för längre vistelse kan skyddsåtgärder vidtas, till exempel genom skärmar eller planteringar.

För strålningstemperatur överskrids gränsvärdena under både en medelvarm dag (20 °C) samt en varm sommardag (30 °C) inom stora delar av området inom detaljplan 4 samt inom närliggande detaljplaner. Områden som ligger i skugga under en stor del av dagen hamnar under rekommenderat gränsvärde för strålningstemperatur under alla undersökta dagar. Detta innebär att även under dagar som inte är anmärkningsvärt varma (20 °C) överskrids rekommenderade gränsvärden, vilket främst beror på en hög andel bebyggelse och låg andel grönska inom området. Därför riskerar området att bli varmt under en stor del av sommarhalvåret, även under dagar utan extremvärme. Det finns ett antal värmesänkande åtgärder som rekommenderas för att minska risken för höga temperaturer i bebyggda områden, vilka inkluderar att öka andelen grönska, att se över material- och ytegenskaper vid bebyggelsen samt att öka andelen genomsläppliga ytor i området.

För solljusstudien underskrids Boverkets rekommendation (1991) på 5 timmars solljus mellan klockan 9–17 kring vårdagjämningen i den nordvästra delen av detaljplan 4. Resterande yta kring detaljplan 4 ligger inom rekommenderade solljustimmar. Därför rekommenderas inte att sociala utomhusytor och/eller lekplatser placeras i det nordvästra området. I stället rekommenderas att öka trygghetskänslan genom ökad andel gatubelysning.

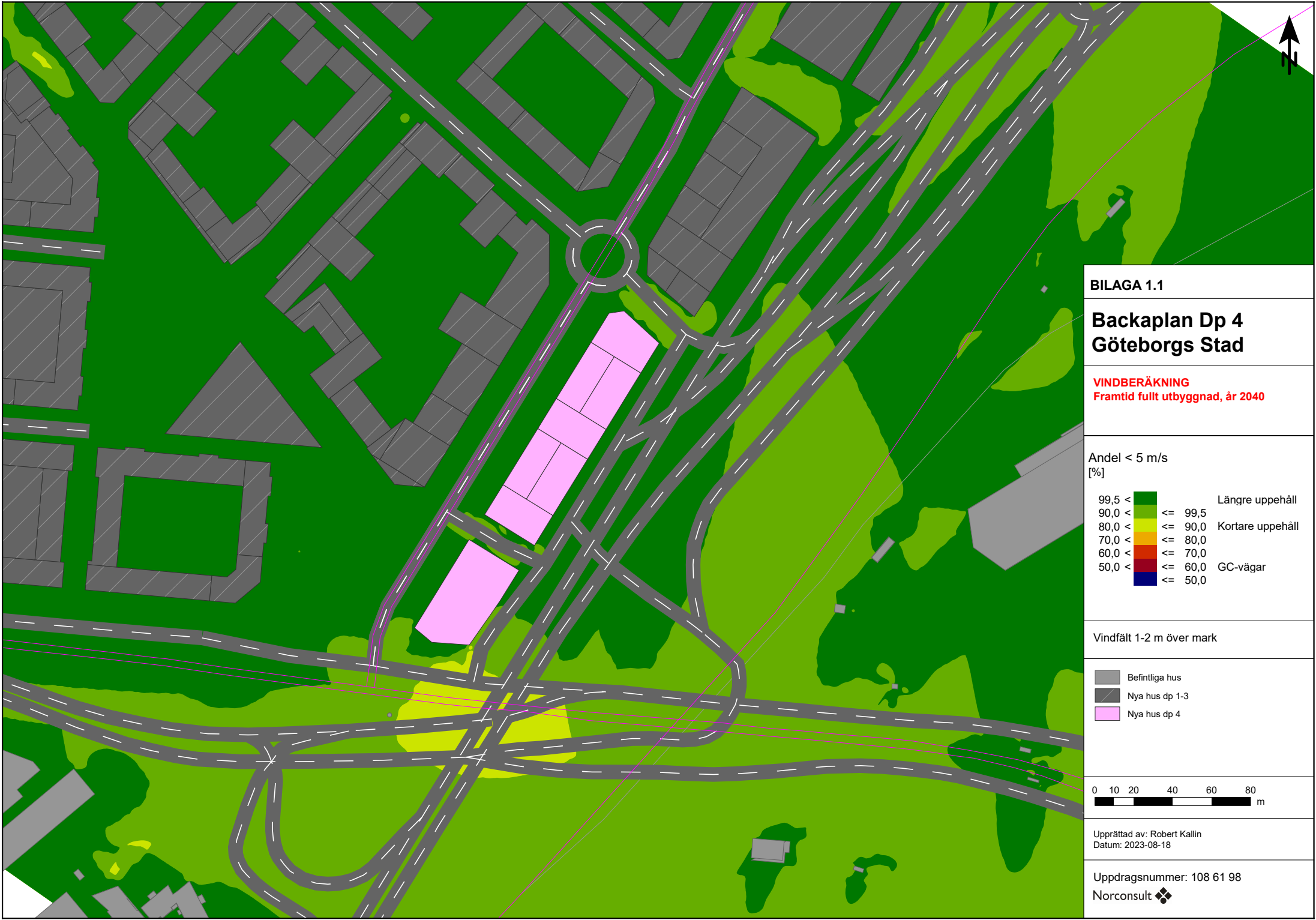
6 Referenser

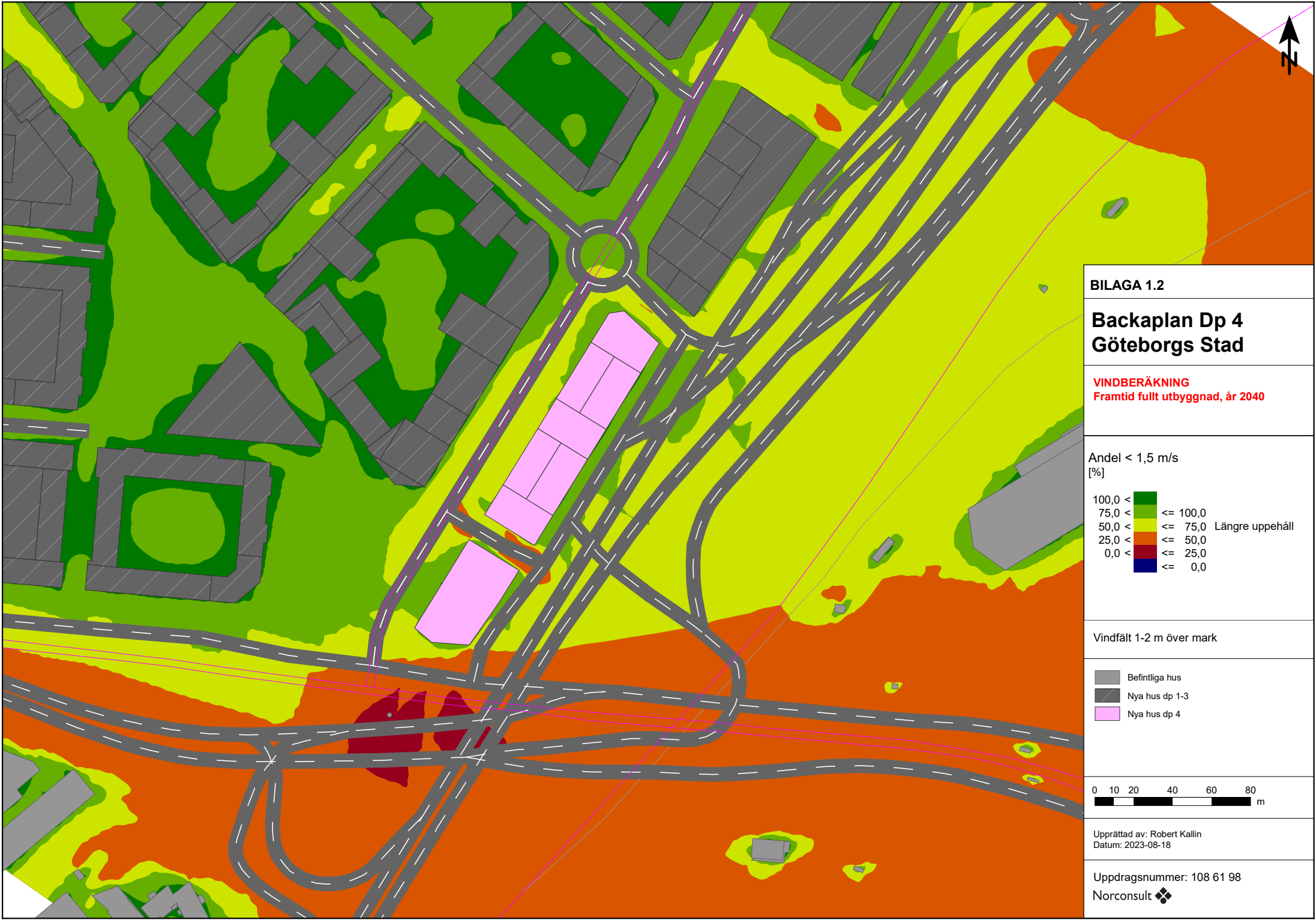
- Asplan Viak. (2015). *Göteborg Stad. Stadsbyggnadskontoret, Lokalklimatanalyse. Centralenområdet, Utgave: 2, Dato: 2015-06-02.*
- Boverket. (1991). *Solkart.*
- Boverket. (den 21 10 2020). *Solljus.* Hämtat från Boverket: <https://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ljussolljus/solljus/>
- Ceccato, V., Vasquez, L., Langefors, L., Canabarro, A., & Petersson, R. (2019). *En trygg stadsmiljö: Teori och praktik för brottsförebyggande & trygghetsskapande åtgärder.* Stockholm: Institutionen för samhällsplanering och miljö, Kungliga Tekniska Högskolan.
- Chen, Y.-C., Lin, T.-P., & Matzarakis, A. (2014). Comparison of mean radiant temperature from field experiment and modelling: a case study in Freiburg, Germany. *Theoretical and Applied Climatology* 118, 535-551.
- COWI. (2020). *Lokalklimatutredning för DP Centrumbebyggelse inom Backaplan.*
- COWI. (2022). *Luft- och lokalklimatutredning för Backaplan DP3.*
- Eichhorn, D. J. (2023). MISKAM 6.3 64 bit. Mainz, Germany: Working Group Urban Climatology, Institute for Atmospheric Physics University of Mainz.
- Eichhorn, J., & Kniffka, A. (2010). *The numerical flow model MISKAM: State of development and evaluation of the basic version.* Meteorologische Zeitschrift, Vol 19. No. 1, pp. 081-90.
- ESRI. (2023). ArcGIS Pro 3.1.3 med tillhörande verktyg Spatial Analys och 3D Analyst. Redlands, Kalifornien, USA.
- Folkhälsomyndigheten. (2015). *Hälsoeffekter av höga temperaturer.*
- Folkhälsomyndigheten. (2018). *Värmestress i urbana utomhusmiljöer. Förekomst och åtgärder i befintlig bebyggelse.*
- Folkhälsomyndigheten. (2019). *Värme och människa i bebyggd miljö. Kunskapsstöd för åtgärder som minskar hälsoskadlig värme.*
- Glaumann, M., & Westerberg, U. (1988). *Klimatplanering VIND.* Stockholm: Statens Institut för Byggnadsforskning. Svensk Byggtjänst.
- Google Satellite. (2023).
- Göteborgs stad. (2018). *Luftkvalitet och meteorologiska data, månadsrapporter.* Hämtat från Öppna data: https://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-och-politik/sa-arbetar-goteborgs-stad-med/digitalisering/oppna-data/sok-oppna-data/oppna-data---datamangd#esc_entry=46&esc_context=6
- Göteborgs stad. (2019). *PROGRAM FÖR BACKAPLAN INOM STADSDELARNA BACKA, KVILLEBÄCKEN, TUVE, LUNDBY, TINGSTADSVASSEN OCH LUNDBYVASSEN I GÖTEBORG.* Hämtat från [https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20Program%20f%C3%B6r%20Backaplan-Program%20-%20inf%C3%B6r%20godk%C3%A4nnande-Programhandling/\\$File/01.%20Ny_Programhandling.pdf?OpenElement](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20Program%20f%C3%B6r%20Backaplan-Program%20-%20inf%C3%B6r%20godk%C3%A4nnande-Programhandling/$File/01.%20Ny_Programhandling.pdf?OpenElement)

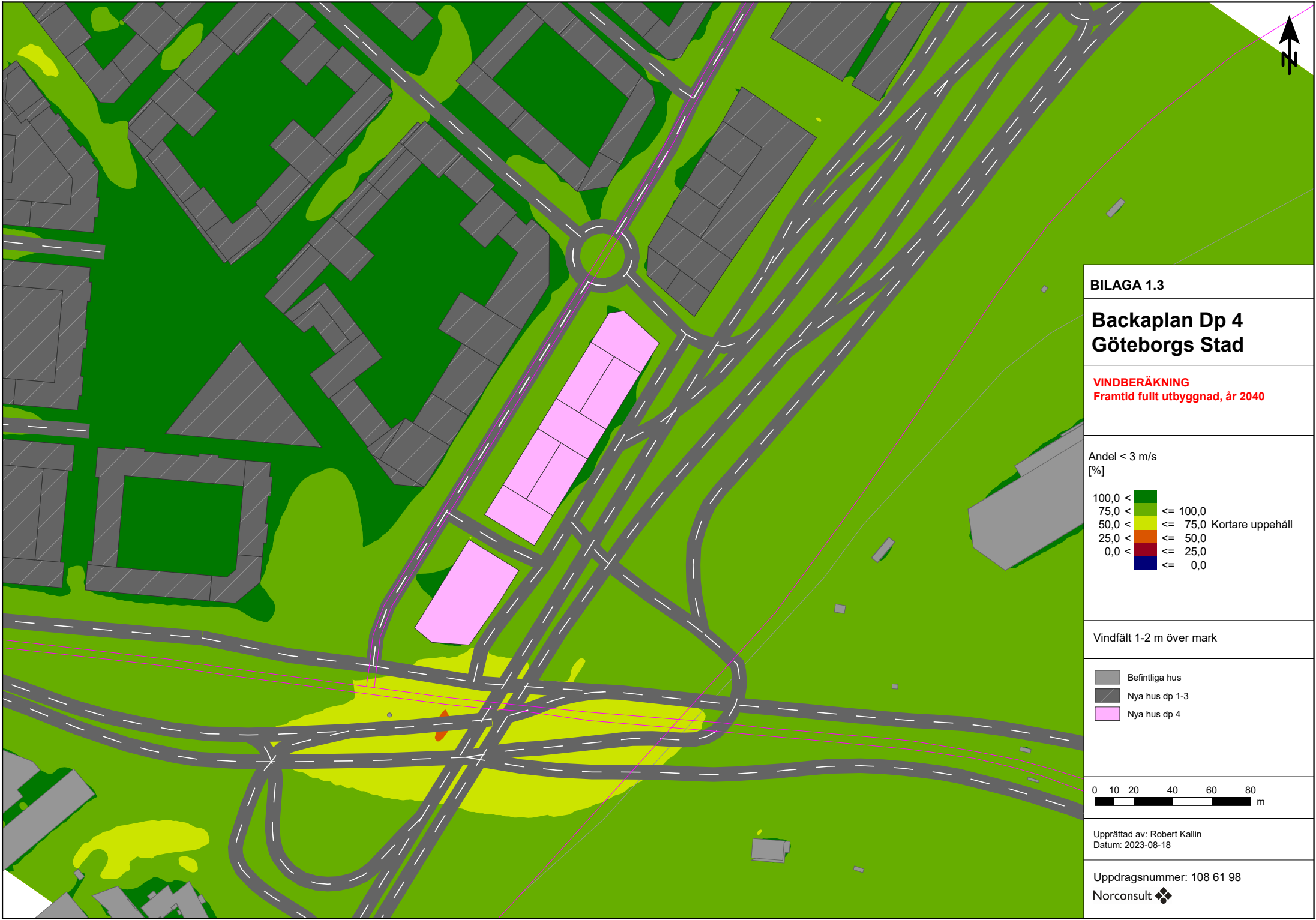
- Göteborgs stad. (den 27 10 2022). Detaljplan för handel, kontor och verksamheter vid Backavägen (inom fastigheten Backa 866:731 med flera) inom stadsdelarna Backa och Tingstadsvassen (DP4). Göteborg.
- Göteborgs stad. (2023a). *Backaplan - detaljplan 4: handel, kontor och verksamheter vid Backavägen*. Hämtat från Plan- och byggprojekt: https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/sa-planeras-staden/plan-och-byggprojekt/!ut/p/z1/jZDLjoJAE EW_hi1VdBNQdwgzviJlXgfUZgKTpiUB2kAriV8vGVcmaqzdvtTnnLgoIEqAmu5Qy06VqsmrIKTm_C4_5lm1bzPJ5gl7Nw-BrE-EqdOHwD6yZ71hzZNHMH3-jg3EQxxsXMeJAn_j44jz8zH8D0P den 19 09 2023
- Göteborgs stad. (den 19 09 2023b). *Plan- och byggprojekt*. Hämtat från <https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/sa-planeras-staden/plan-och-byggprojekt/!ut/p/z1/jYzNCoJAFEafSO6dH2ZqaTNaEamDWXo3MQuJAbMWYtDTJ-0Vv90H5xwgqIF6P4aHH8Kr9930G1L3Y8wNk5JxZoRFJUvmkyLHU6bh9gfO3Ch2QJ7vzTZFhc46V2jEXACT8XFmMa7zFwBazjeTr2f9q4ASCG>
- Göteborgs stad. (den 07 09 2023c). Leveransplan, DP4 Backaplan - 2023-2024, inför samråd. Göteborg.
- Johansson, Å., & Sandberg, J. (2006). *Vind i Bebyggd Miljö*. Malmö Högskola - Institutionen för Teknik och Samhälle.
- Klimatanpassning. (den 25 03 2022). *Luftfuktighet*. Hämtat från Klimatanpassning.se: <https://www.klimatanpassning.se/hur-klimatet-forandras/klimat effekter/luftfuktighet-1.35753>
- Lindberg, F., & Grimmond, S. (2011). The influence of vegetation and building morphology on shadow patterns and mean radiant temperatures in urban areas: Model development and evaluation. *Theoretical and Applied Climatology* 105(3), 311-323.
- Lindberg, F., Holmer, B., & Thorsson, S. (2008). SOLWEIG 1.0 - Modelling spatial variations of 3D radiant fluxes. *International Journal of Biometeorology*, 52(7):697-713.
- MSB. (2015). *Värmens påverkan på samhället - en kunskapsöversikt för kommuner med faktablad och rekommendationer vid värmebölja*.
- Rich P. M., R. D. (1994). *Using Viewshed Models to Calculate Intercepted Solar Radiation: Applications in Ecology*. *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Technical Papers*, 524-529.
- Rich, P. M. (2000). *Topoclimatic Habitat Models* *Proceedings of the Fourth International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling*.
- SMHI. (2007). *Vindstudie för planerad bebyggelse vid Kvarnholmen*. Segersson, D och Wern, L. SMHI rapport 91.
- SMHI. (den 19 09 2023a). *Framtidens klimat*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/smhis-samlade-huvudbudskap-om-klimatet-1.189288>
- SMHI. (den 16 06 2023b). *Högre temperaturer i staden*. Hämtat från SMHI: <https://www.smhi.se/forskning/forskningsenheter/meteorologi/varme-och-luftmiljo-i-stader/hogre-temperaturer-i-staden-1.160049>
- SMHI. (den 14 06 2023c). *Temperatur*. Hämtat från SMHI: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/temperatur>

Säll, B. (2019). *Nya klimatindikatorer för temperatur i Stockholm. Underlag till Miljöförvaltningens övervakning av klimatförändringar och dess effekter.* SLB Analys.

Thorsson, S., Rocklöv, J., Konarska, J., Lindberg, F., Holmer, B., Dousset, B., & Rayner, D. (2014). Mean radiant temperature – A predictor of heat. *Urban Climate*.



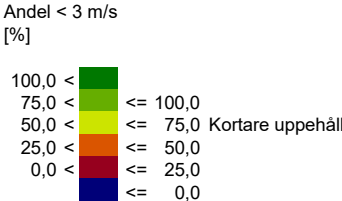




BILAGA 1.3

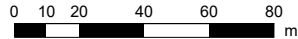
Backaplan Dp 4
Göteborgs Stad

VINDBERÄKNING
Framtid fullt utbyggad, år 2040



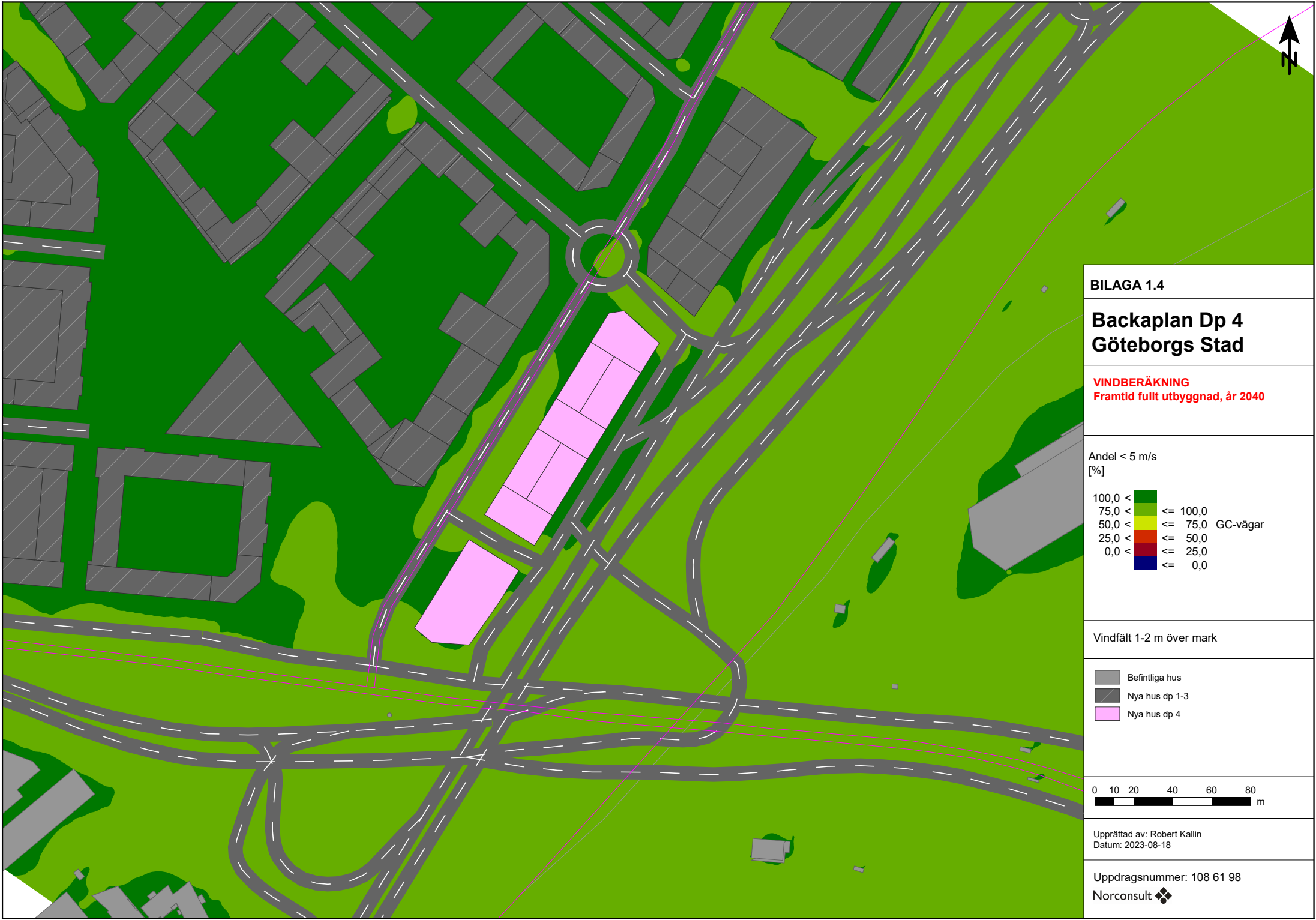
Vindfält 1-2 m över mark

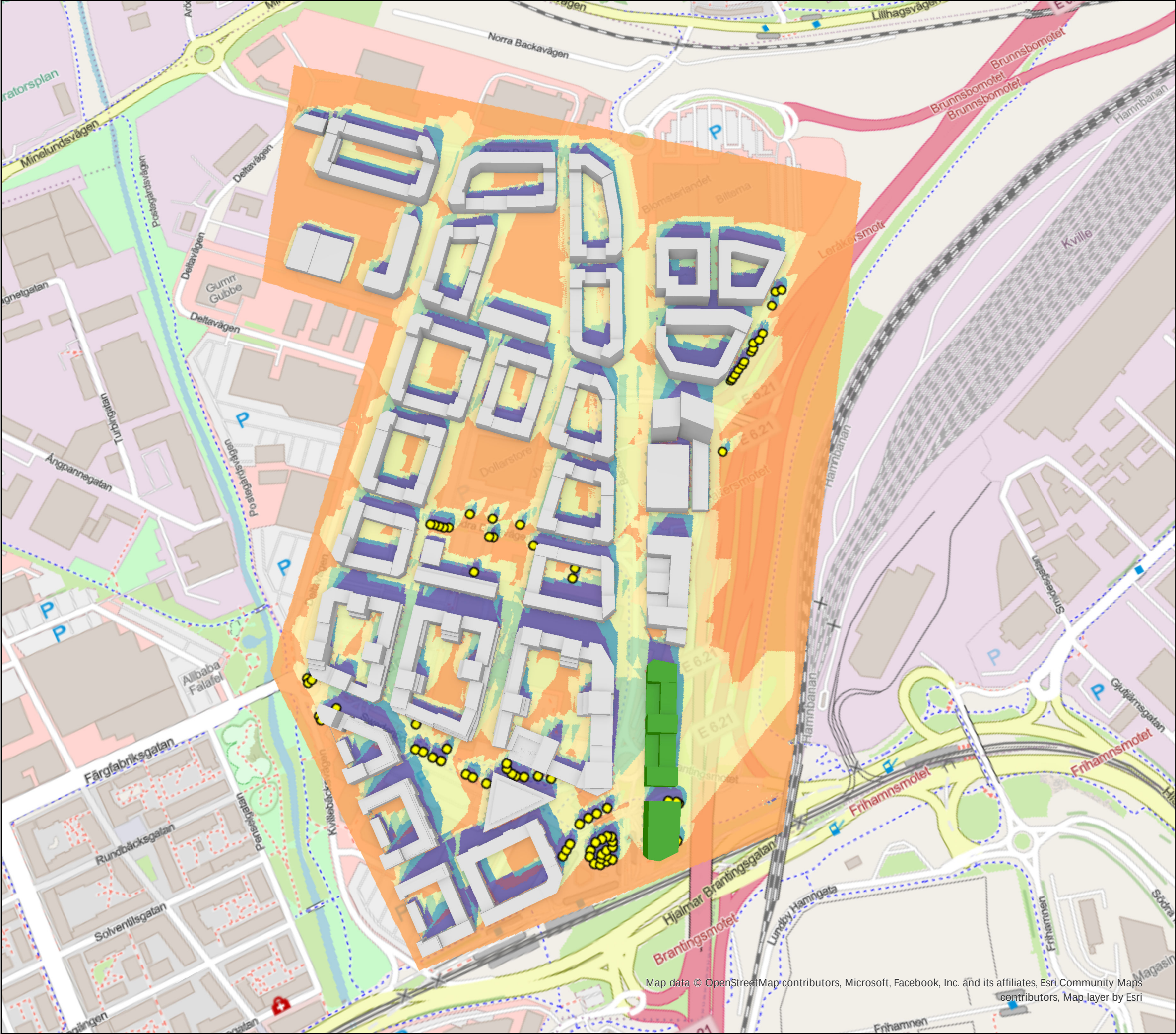
- Befintliga hus
- Nya hus dp 1-3
- Nya hus dp 4



Upprättad av: Robert Kallin
Datum: 2023-08-18

Uppdragsnummer: 108 61 98
Norconsult



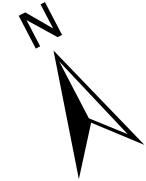


TECKENFÖRKLARING

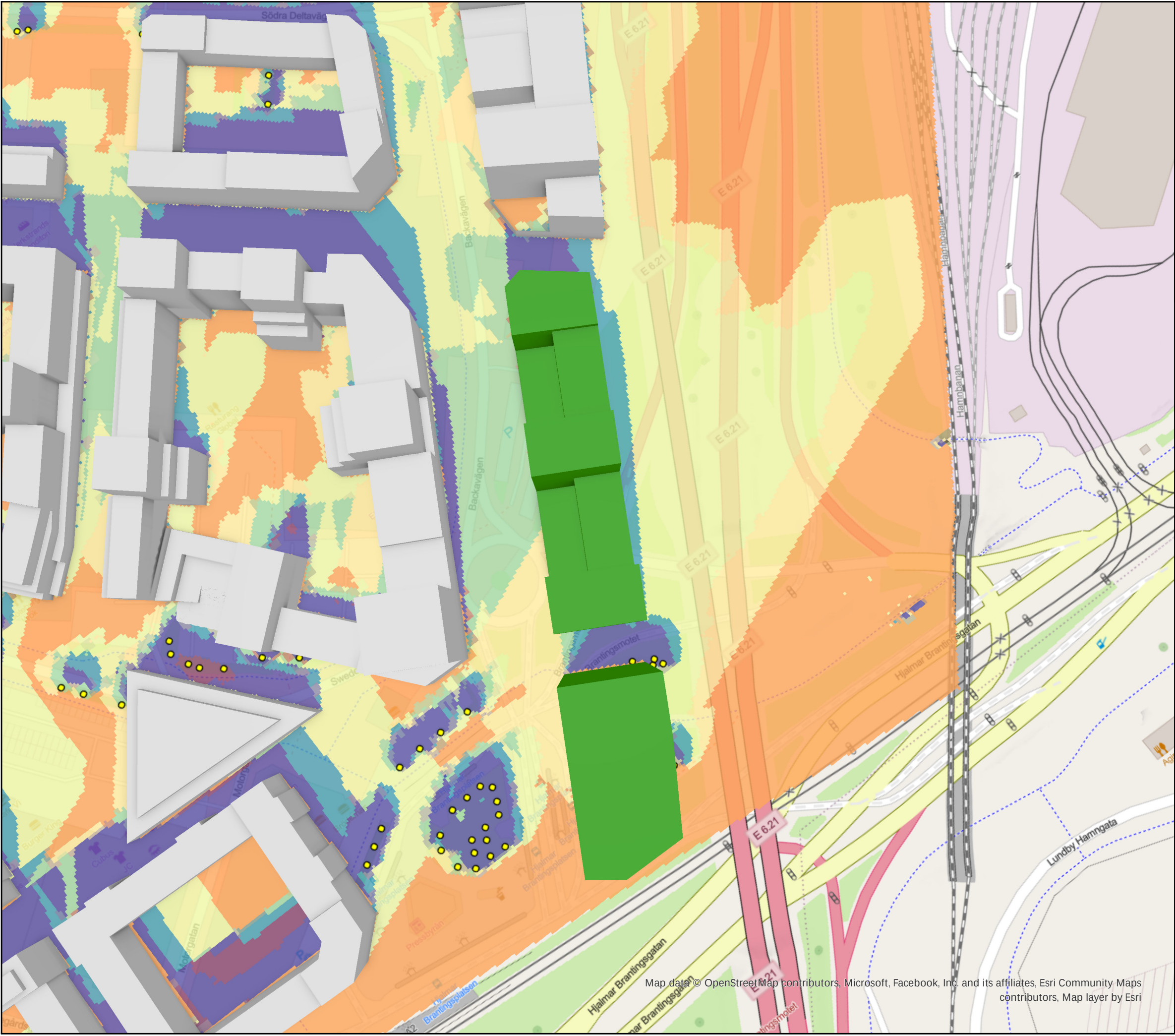
- Byggnader inom DP4
- Omkringliggande byggnader (DP1-3)
- Träd

7 maj 2018 kl 14:00
Strålningstemperatur °C

- 20-25
- 25-30
- 30-35
- 35-40
- 40-45
- 45-50
- 50-55
- 55-60
- 60-65



KOORDINATSYSTEM		CENTER	
PLAN: SWEREF99 12 00		X: 11°57'16"E	
HÖJD: RH2000		Y: 57°43'17"N	
BESTÄLLARE		KONSULT	
 Göteborgs Stad		Norconsult 	
RITNINGSTYP / TITEL			
RESULTATKARTA STRÅLNINGSTEMPERATUR			
TEKNIKOMRÅDE / INNEHÅLL			
MILJÖ & SÄKERHET			
BESKRIVNING			
Resultatkarta över strålningstemperaturen över Backaplan inom Göteborg stad den 7 maj 2018 kl 14:00.			
SKALA	FORMAT	SKAPAD AV	
1:3 891	A3	L. LINDELÖF	
UPPDRAGSNUMMER	DATUM		
086198	2023-09-22		



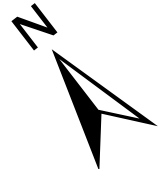
TECKENFÖRKLARING

- Byggnader inom DP4
- Omkringliggande byggnader (DP1-3)
- Träd

7 maj 2018 kl 14:00

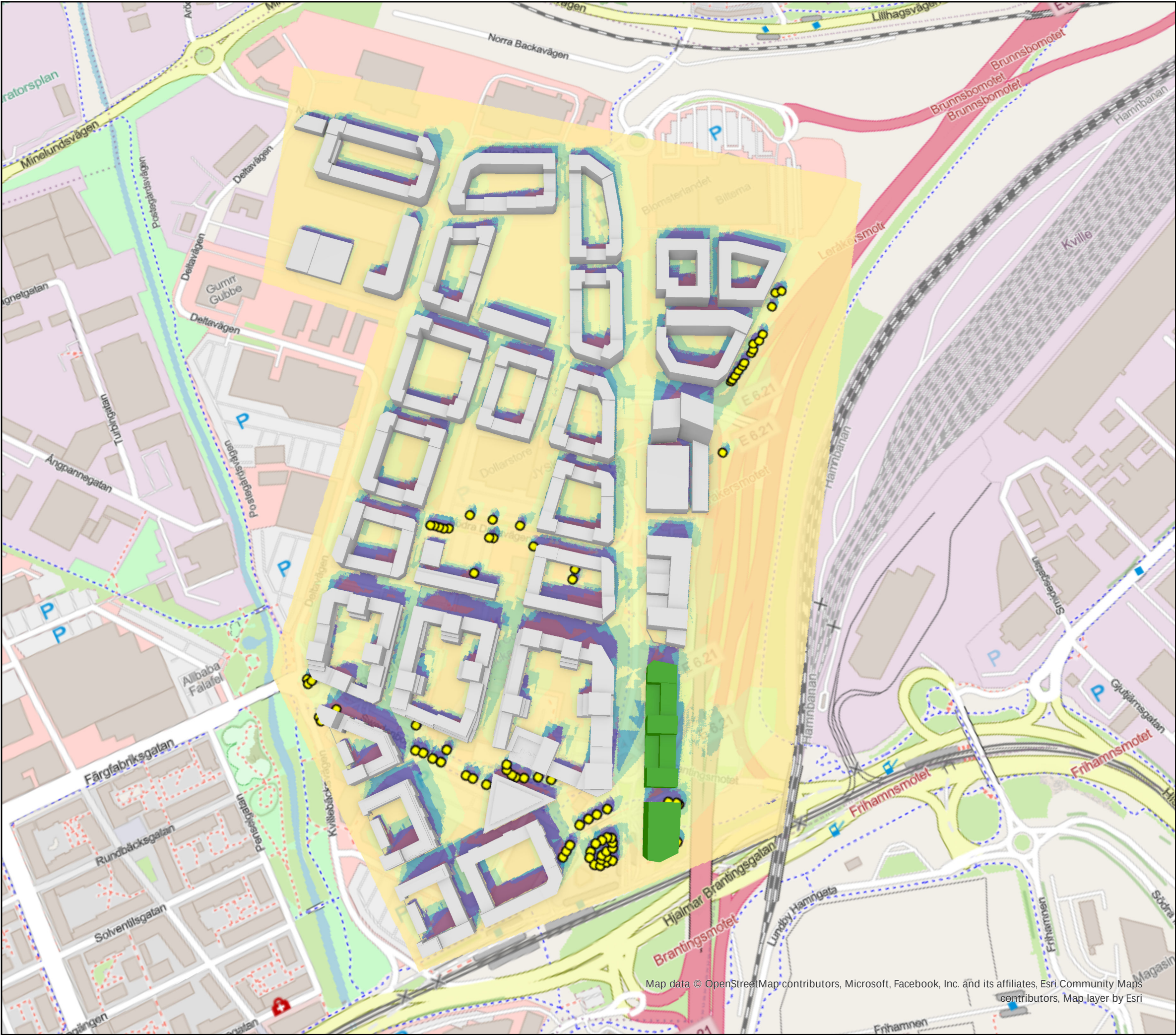
Strålningstemperatur °C

- 20-25
- 25-30
- 30-35
- 35-40
- 40-45
- 45-50
- 50-55
- 55-60
- 60-65



KOORDINATSYSTEM		CENTER	
PLAN: SWEREF99 12 00		X: 11°57'20"E	
HÖJD: RH2000		Y: 57°43'17"N	
BESTÄLLARE		KONSULT	
 Göteborgs Stad		Norconsult 	
RITNINGSTYP / TITEL			
RESULTATKARTA STRÅLNINGSTEMPERATUR			
TEKNIKOMRÅDE / INNEHÅLL			
MILJÖ & SÄKERHET			
BESKRIVNING			
Resultatkarta över strålningstemperaturen över Backaplan inom Göteborg stad den 7 maj 2018 kl 14:00.			
SKALA	FORMAT	SKAPAD AV	
1 379	A3	L. LINDELÖF	
UPPDRAGSNUMMER	DATUM		
086198	2023-09-22		

Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Facebook, Inc. and its affiliates, Esri Community Maps contributors, Map layer by Esri



TECKENFÖRKLARING

- Byggnader inom DP4
- Omkringliggande byggnader (DP1-3)
- Träd

23 juni 2018 kl 14:00

Strålningstemperatur °C

- 20-25
- 25-30
- 30-35
- 35-40
- 40-45
- 45-50
- 50-55
- 55-60
- 60-65

KOORDINATSYSTEM
PLAN: SWEREF99 12 00
HÖJD: RH2000

CENTER
X: 11°57'16"E
Y: 57°43'17"N

BESTÄLLARE
Göteborgs Stad

KONSULT
Norconsult

RITNINGSTYP / TITEL
RESULTATKARTA STRÅLNINGSTEMPERATUR

TEKNIKOMRÅDE / INNEHÅLL
MILJÖ & SÄKERHET

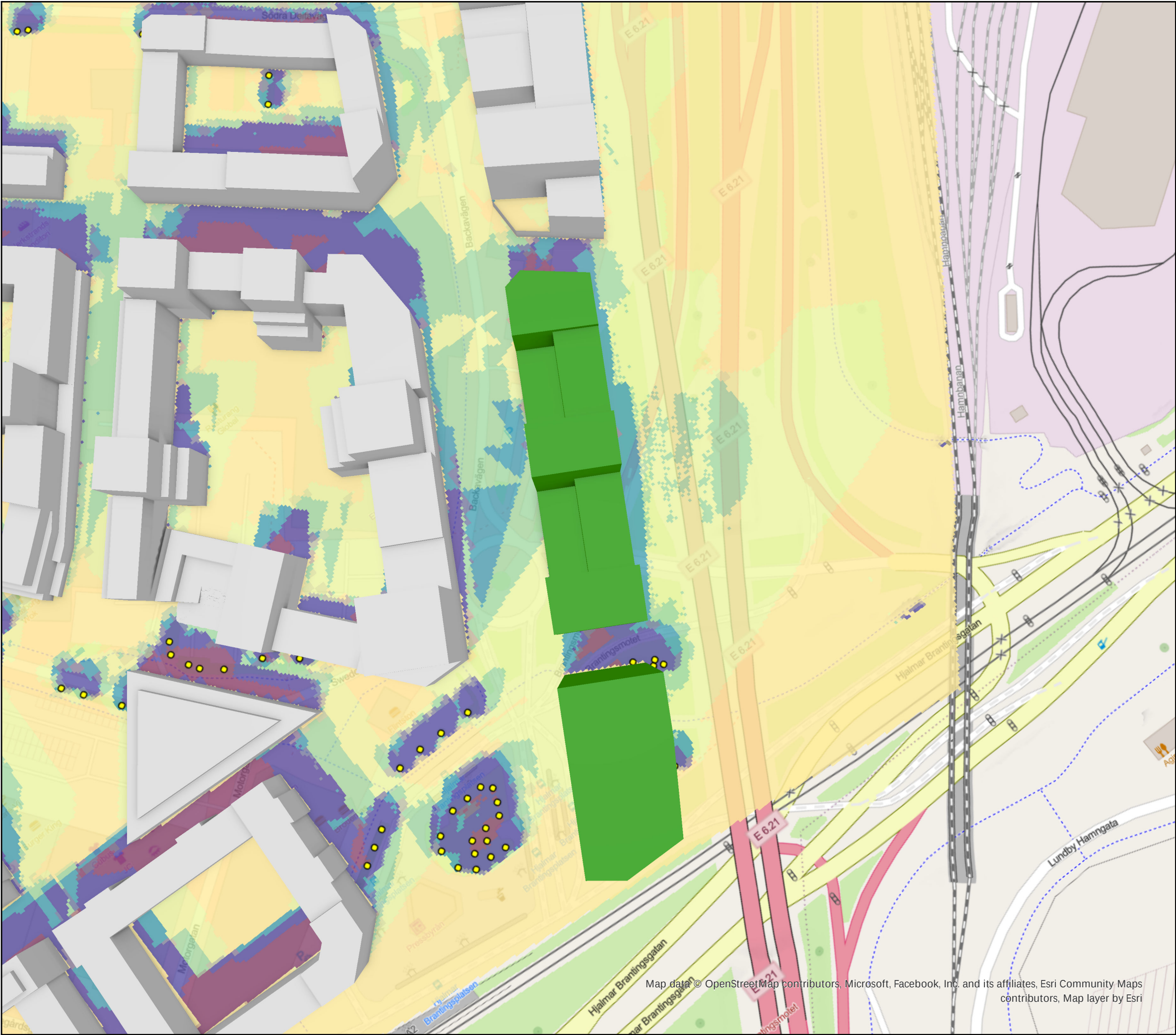
BESKRIVNING
Resultatkarta över strålningstemperaturen över Backaplan inom Göteborg stad den 23 juni 2018 kl 14:00.

SKALA
1:3 891
UPPDRAGSNUMMER
1086198

FORMAT
A3

SKAPAD AV
L. LINDELÖF
DATUM
2023-09-22

Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Facebook, Inc. and its affiliates, Esri Community Maps contributors, Map layer by Esri



TECKENFÖRKLARING

- Byggnader inom DP4
- Omkringliggande byggnader (DP1-3)
- Träd

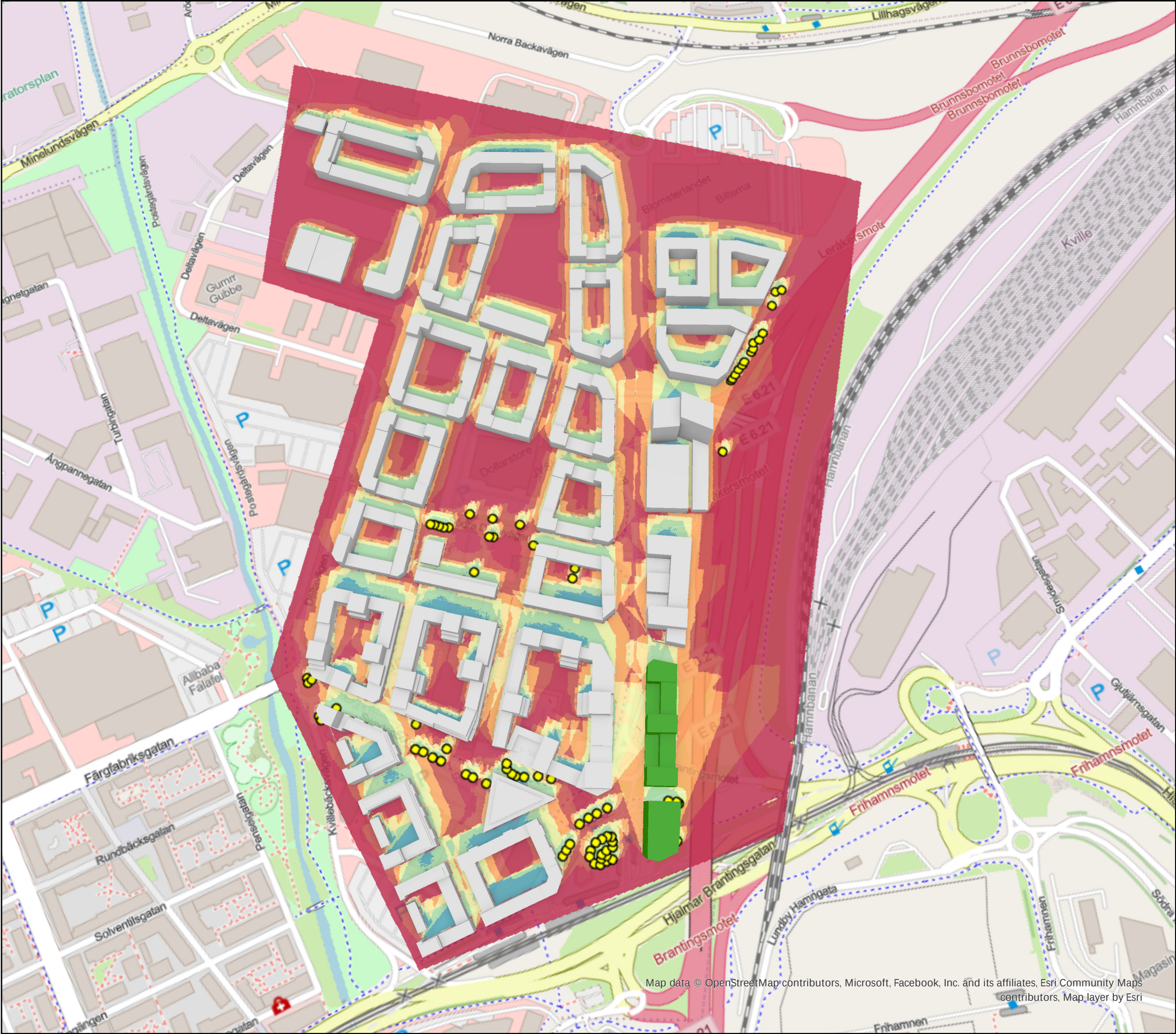
23 juni 2018 kl 14:00

Strålningstemperatur °C

- 20-25
- 25-30
- 30-35
- 35-40
- 40-45
- 45-50
- 50-55
- 55-60
- 60-65



KOORDINATSYSTEM		CENTER		
PLAN: SWEREF99 12 00		X: 11°57'20"E		
HÖJD: RH2000		Y: 57°43'17"N		
BESTÄLLARE	KONSULT			
	Göteborgs Stad			Norconsult
RITNINGSTYP / TITEL				
RESULTATKARTA STRÅLNINGSTEMPERATUR				
TEKNIKOMRÅDE / INNEHÅLL				
MILJÖ & SÄKERHET				
BESKRIVNING				
Resultatkarta över strålningstemperaturen över Backaplan inom Göteborg stad den 23 juni 2018 kl 14:00.				
SKALA	FORMAT	SKAPAD AV		
1:1 379	A3	L. LINDELÖF		
UPPDRAGSNUMMER	DATUM			
1086198	2023-09-22			



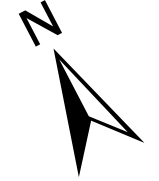
TECKENFÖRKLARING

- Byggnader inom DP4
- Omkringliggande byggnader (DP1-3)
- Träd

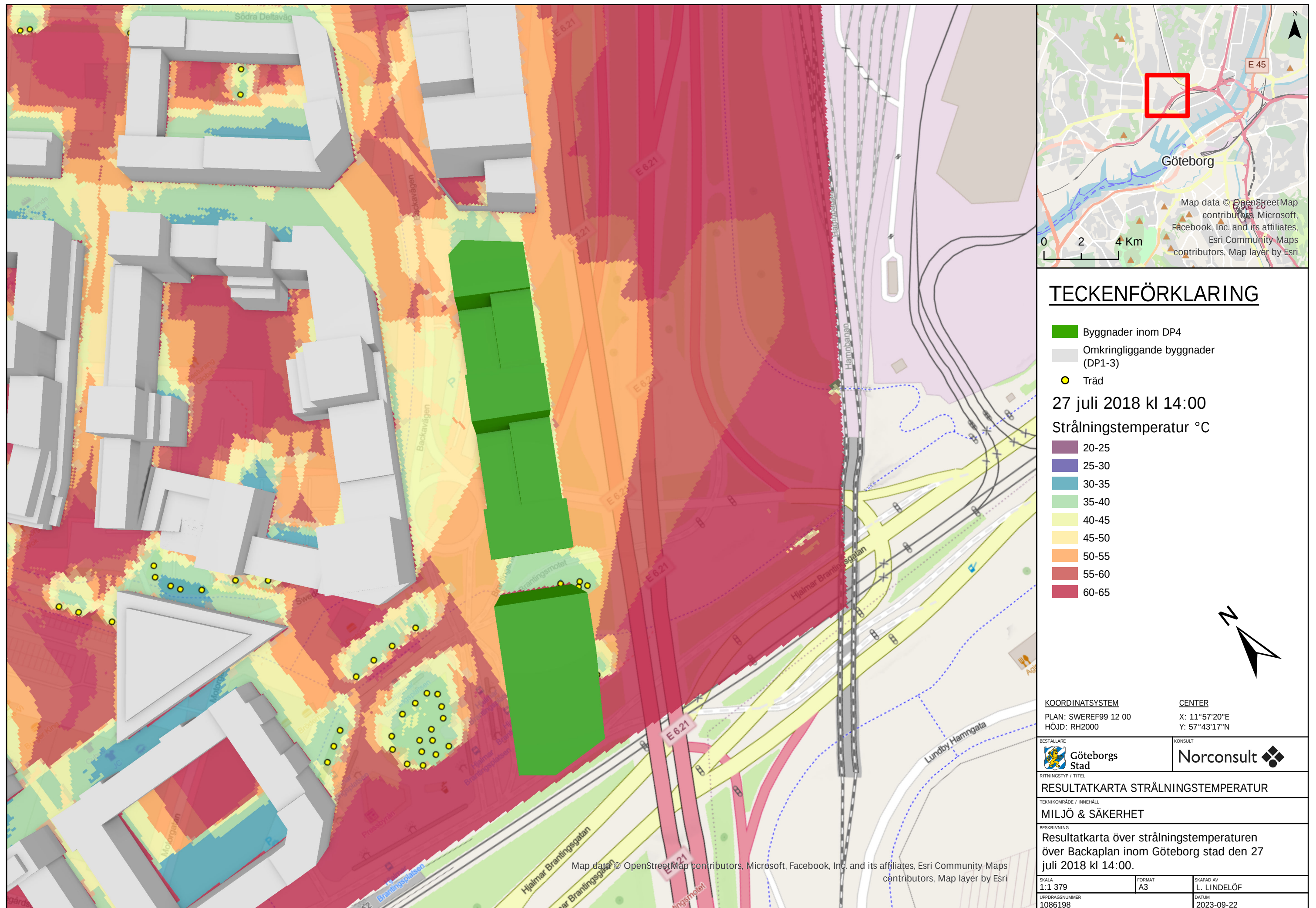
27 juli 2018 kl 14:00

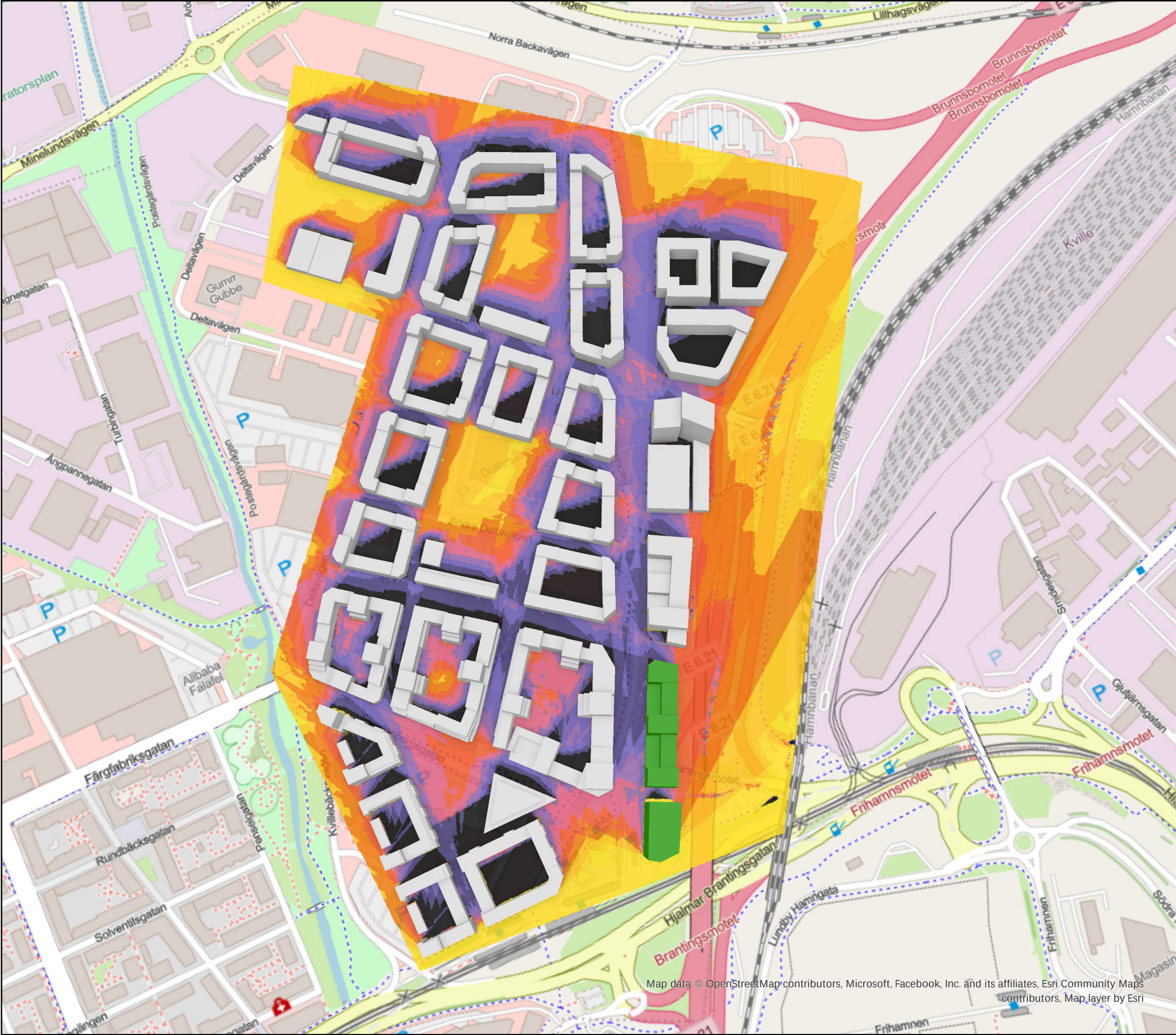
Strålningstemperatur °C

- 20-25
- 25-30
- 30-35
- 35-40
- 40-45
- 45-50
- 50-55
- 55-60
- 60-65



KOORDINATSYSTEM		CENTER	
PLAN: SWEREF99 12 00		X: 11°57'16"E	
HÖJD: RH2000		Y: 57°43'17"N	
BESTÄLLARE		KONSULT	
 Göteborgs Stad		Norconsult 	
RITNINGSTYP / TITEL			
RESULTATKARTA STRÅLNINGSTEMPERATUR			
TEKNIKOMRÅDE / INNEHÅLL			
MILJÖ & SÄKERHET			
BESKRIVNING			
Resultatkarta över strålningstemperaturen över Backaplan inom Göteborg stad den 27 juli 2018 kl 14:00.			
SKALA	FORMAT	SKAPAD AV	
1:3 891	A3	L. LINDELÖF	
UPPDRAGSNUMMER		DATUM	
1086198		2023-09-22	





TECKENFÖRKLARING

- Byggnader inom DP4
- Omkringliggande byggnader (DP1-3)

Antal soltimmar 21 mars (h)

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



KOORDINATSYSTEM		CENTER	
PLAN: SWEREF99 12 00		X: 11°57'16"E	
HÖJD: RH2000		Y: 57°43'17"N	
BESTÄLLARE	KONSULT		
	Göteborgs Stad		
RITNINGSTYP / TITEL			
RESULTATKARTA SOLTIMMAR			
TEKNIKOMRÅDE / INNEHÅLL			
MILJÖ & SÄKERHET			
BESKRIVNING			
Resultatmapa med soltimmar över Backaplan inom Göteborg stad den 21 mars.			
SKALA	FORMAT	SKAPAD AV	
1:3 891	A3	L. LINDELÖF	
UPPDRAGSNUMMER		DATUM	
1086198		2023-09-22	