



# Vägytans tillstånd 2013–2023

---

PM: 2024:5

Datum: 2024-04-15

**Trafikanalys**

Adress: Rosenlundsgatan 54 118 63 Stockholm

Telefon: 010 414 42 00

E-post: [trafikanalys@trafa.se](mailto:trafikanalys@trafa.se)

Webbadress: [www.trafa.se](http://www.trafa.se)

Ansvarig utgivare: Mattias Viklund

Datum: 2024-04-15

# Förord

Som en fördjupning och komplettering av den transportpolitiska måluppföljningens indikator "Transportsystemets standard och tillförlitlighet" har Trafikanalys analyserat vägytans tillstånd för perioden 2013–2023. Underlaget har levererats av Trafikverket i form av en Excel-fil med uppgifter om väglängd för sex vägtyper och längden på detta vägnät som avviker från underhållsstandard för tre typer av avvikelser. Uppgifterna redovisas för riket, Trafikverkets sex regioner, samt per län och kommun med fokus på tillståndet 2023.

Denna promemoria har författats av Krister Sandberg.

April 2024

Andreas Tapani

Avdelningschef

# Innehåll

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Utveckling av vägytans tillstånd över tid.....</b>	<b>7</b>
1.1 Trafikverkets bedömning i årsredovisningen 2023 .....	7
1.2 Trafikanalys fördjupade analys .....	9
<b>2 Ojämnhet (IRI) – 2023 .....</b>	<b>13</b>
2.1 Trafikverksregioner och län .....	13
2.2 Kommuner .....	14
<b>3 Spårdjup – 2023 .....</b>	<b>19</b>
3.1 Trafikverksregioner och län .....	19
3.2 Kommun .....	21
<b>4 Kantdjup – 2023 .....</b>	<b>24</b>
4.1 Trafikverksregioner och län .....	24
4.2 Kommun .....	25
<b>5 Appendix - Test för rumslig autokorrelation .....</b>	<b>29</b>
<b>Referenser.....</b>	<b>32</b>

## Sammanfattning

Vägytans tillstånd bedöms utifrån ojämnheter, spårdjup och kantdjup. Ju lägre andel som avviker från en förutbestämd underhållsstandard, desto bättre är tillståndet. Tillståndet på vägytan förändras långsamt, men sammantaget har utvecklingen vänt till en negativ trend de senaste åren.

Den negativa utvecklingen förklaras i princip helt och hållet av ökade problem med spårdjup för vägtyperna 1–3 (1 = Storstadsvägnät, 2 = Vägar som bildar större sammanhängande stråk, 3 = Vägar för dagliga resor och arbetspendling). Utvecklingen för ojämnheter har i huvudsak varit positiv över tid. Utvecklingen för Kantdjup uppvisade en förbättring fram till 2018 men har sedan försämrats något. Problem med kantdjup berör huvudsakligen vägtyperna 4 (Övriga för näringslivet viktiga vägar) och 6 (Övriga vägar).

Problemen med ojämnheter är störst i de norra delarna av Sverige medan de södra delarna inte uppvisar några större avvikelser.

Spårdjup är ett fenomen som huvudsakligen påverkar Stockholm och Stockholms kranskommuner, samt större pendlingsstråk i norra Sverige. Södra Sverige är förhållandevis lite påverkat av problem med spårdjup.

Vägnätet som är påverkat av bristande Kantdjup är begränsat i förhållande till de två övriga måtten. Större avvikelser noteras främst punktvis i ett stråk mellan Göteborg och Stockholm samt för kommuner i Norrbotten.



# 1 Utveckling av vägytans tillstånd över tid

Trafikverket gör i sin årsredovisning en bedömning av utvecklingen av vägytans tillstånd. Vi inleder, i avsnitt 1.1 med denna bedömning som en introduktion till vår analys som sedan presenteras i resterande delar av promemorian.<sup>1</sup>

Att mäta vägytans tillstånd är ett sätt att bedöma en vägs kvalitet, vilket görs kontinuerligt av Trafikverket. Syftet är att hitta avvikelser från en uppsatt målnivå, en så kallad underhållsstandard, ju lägre andel väg som avviker från standarden, desto bättre är tillståndet. Standarden uttrycks som ett antal gränsvärden för ett antal tillståndsvariabler.

I denna PM presenteras avvikelser från standard vad gäller vägens långsgående ojämnheter (IRI)<sup>2</sup>, samt vägens spårdjup<sup>3</sup> och kantdjup.<sup>4</sup> Trafikverket har delat in vägnätet i sex vägtyper.<sup>5</sup> Varje vägtyp har sin egen fastställda nivå på hur stor avvikelsen får vara, dvs. en viss underhållsstandard.

## 1.1 Trafikverkets bedömning i årsredovisningen 2023

Tillståndet på vägytan förändras långsamt, men sammantaget har utvecklingen vänt till en negativ trend de senaste åren, se Figur 1.1 och Figur 1.2. På kort sikt bedöms effekten för trafikanterna vara liten, men en fortsatt negativ utveckling kommer att innebära försämrad framkomlighet och robusthet i form av längre restider och större risk för störningar på grund av akuta skador på vägytan.

---

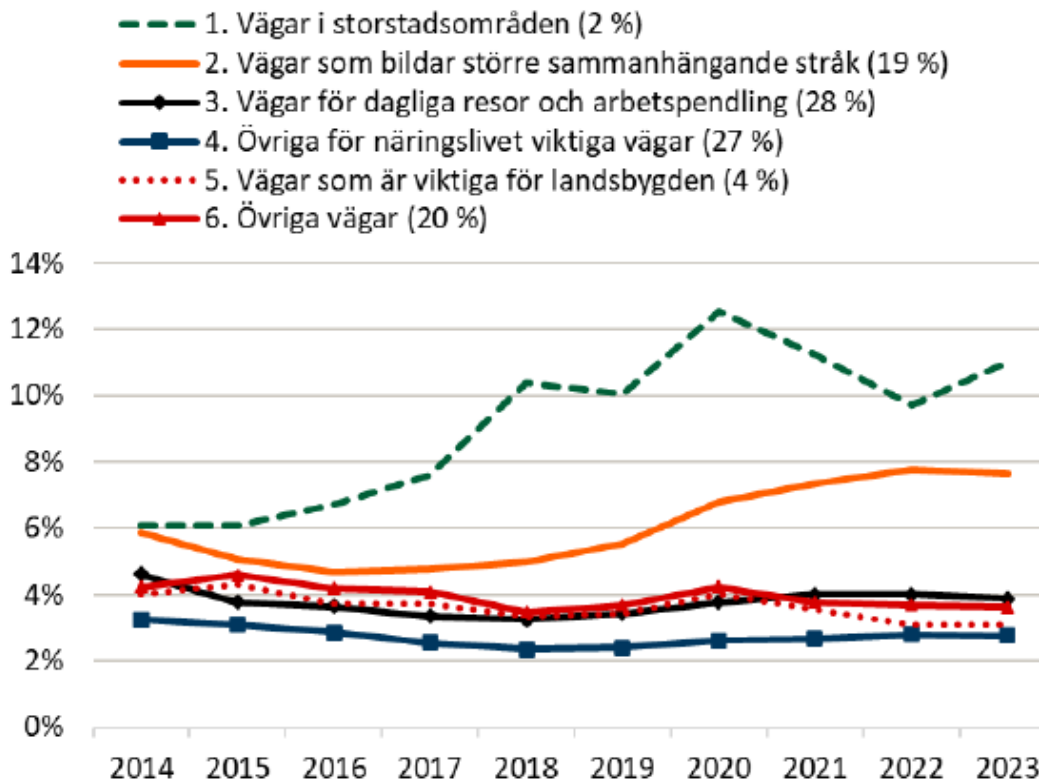
<sup>1</sup> Det förekommer även andra aktörer som har analyserat tillståndet, exempelvis: [Ny vägstatistik pekar på stora brister i vägunderhållet – Här är hela listan inför sommaren | Transportföretagen \(tt.se\)](#), [11 procent av de statliga vägarna är i mycket dåligt skick: Sveriges vägar möter inte Natos krav | Transportföretagen \(tt.se\)](#) och [Karta | Våra Vägar \(varavagar.se\)](#). För två exempel på tidiga analyser av vägytans tillstånd, se Trafikanalys (2013, 2014)

<sup>2</sup> International Roughness Index (IRI) är ett mått på ojämnheter i längdled som anses ge en uppfattning om vägens trafikantkomfort. Måttet uttrycks i mm/m och anger ojämnheten i mm som medelvärde över en meter.

<sup>3</sup> Spårdjupet anger vägens ojämnheter i tvärled och mäts som medelvärde av spårdjup i mm över 100 m.

<sup>4</sup> Måttet kantdjup anges i mm och pekar ut vägvägar med svaga vägkanter. Måttet indikerar även större bärighetsspår/deformationer som är belägna på den högra delen av körfältet.

<sup>5</sup> 1) Vägar i storstadsområden, 2) Vägar som bildar större sammanhängande stråk, 3) Vägar för dagliga resor och arbetspendling, 4) Övriga för näringslivet viktiga vägar, 5) Vägar som är viktiga för landsbygden, 6) Övriga vägar. I analysen nedan finns även vägtypen nr 7 som är en summering till alla vägar.



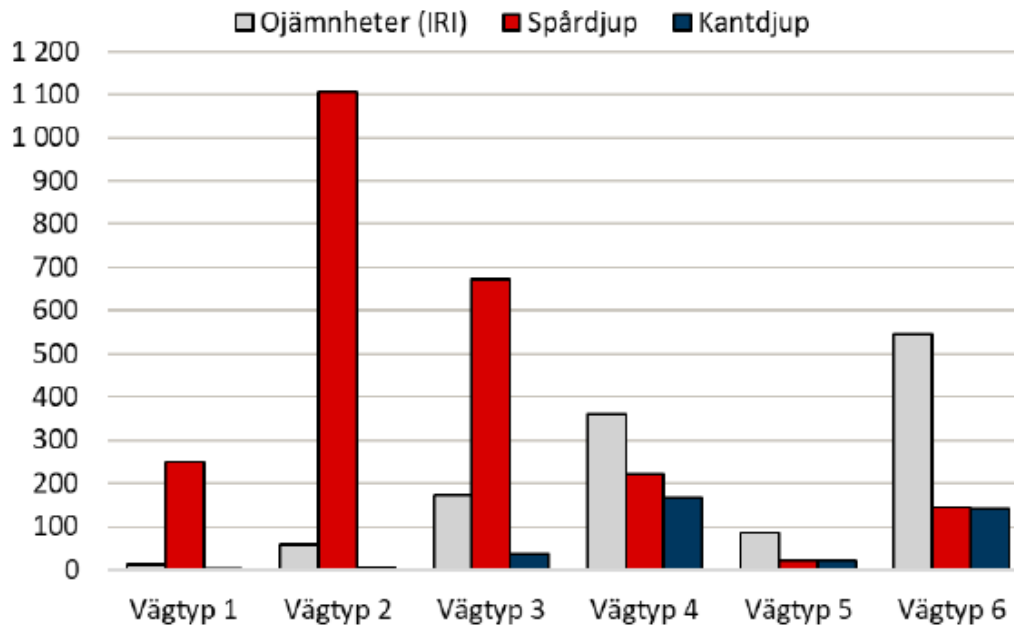
Figur 1.1. Utveckling av andelen avvikelser från underhållsstandard, fördelat på vägtyper, procent.  
Anm: Vägtypens andel av det belagda vägnätets totala yta inom parentes.  
Källa: Trafikverket (2024a), diagram 4.

Den vägtyp som har störst avvikelse från underhållsstandarden är storstadsvägar. Dessa vägar utgör en liten del av vägnätet, men de har mycket trafik och är dyra att åtgärda på grund av den hårda trafikbelastningen.

Vägar som bildar större sammanhängande stråk har en negativ trend de senaste åren. Det gäller främst mötesfria vägar, som i allt högre grad avviker från underhållsstandarden. Men även vägar som inte är mötesfria har försämrats de senaste 4–5 åren. Mötesfria vägar har generellt snabbare nedbrytning än andra vägar. I takt med att andelen mötesfri väg ökat så har även behovet av tätare beläggningsåtgärder ökat. Trots att åtgärder på de högtrafikerade vägtyperna prioriteras, bryts beläggningsarna ner i högre takt än Trafikverket kan åtgärda dem.

För vägtyp 3–6 är förändringarna små de senaste åren. Dessa mer lågtrafikerade vägtyper har en åtgärdscykel för beläggnings på 10 till 20 år. Det innebär att skicket förändras långsamt och det går inte att dra säkra slutsatser från enskilda år. Historiskt har åtgärder som beläggningsunderhåll, bärighetsåtgärder och investering i nybyggda vägar inneburit en långsam förbättring av det belagda vägnätets skick. Det gäller också de mest lågtrafikerade vägarna. Den positiva utvecklingen av vägtypens tillstånd, som pågått sedan mätningarna startade på 90-talet, ser ut att ha avstannat eller vänt till en negativ utveckling de senaste åren.





Figur 1.2. Vägnätets längd (km) som avviker från underhållsstandard år 2023, per vägtyp.

Anm: Värdena avser spårdjup, ojämnheter (IRI) och kantdjup.

Källa: Trafikverket (2024a), diagram 20.

Majoriteten av avvikelserna beror på ojämnheter när det gäller övriga för näringslivet viktiga vägar (Vägtyp 4), vägar som är viktiga för landsbygden (Vägtyp 5) och lågtrafikerade vägar (Vägtyp 6). På de mer trafikerade vägtyperna (Vägtyp 1–3) beror avvikelserna främst på att spårerna är för djupa.

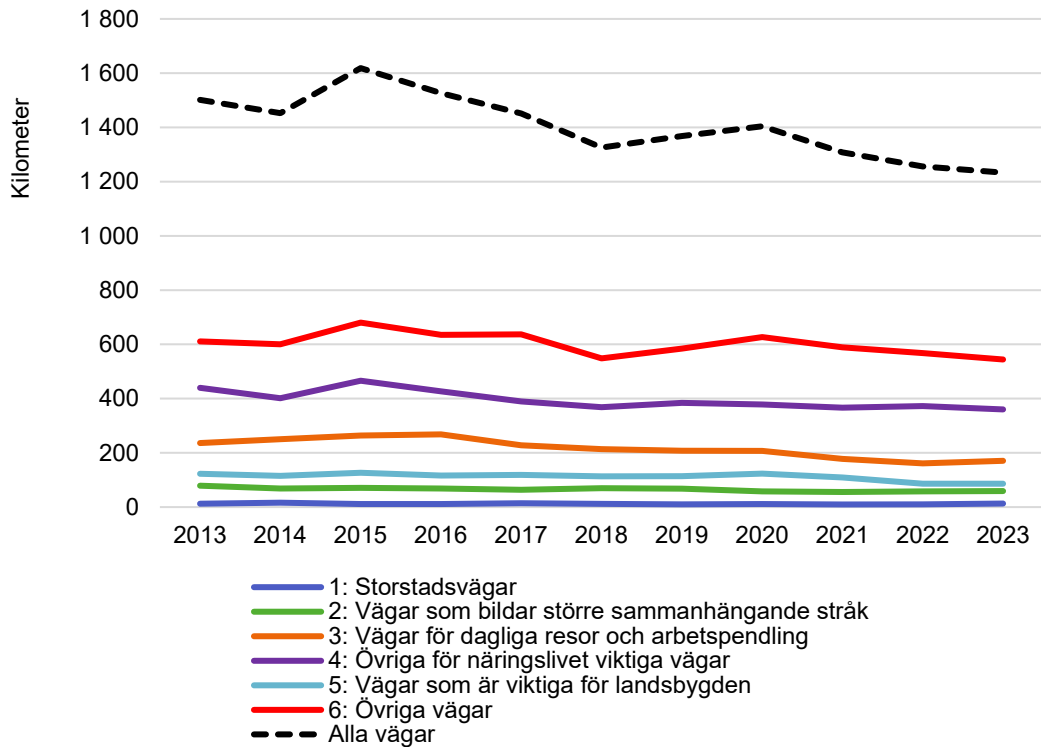
## 1.2 Trafikanalys fördjupade analys

Avvikelse från underhållsstandard kan alltså vara av tre typer – Ojämnhet (IRI), Spårdjup och Kantdjup. I Trafikverkets redovisning<sup>6</sup> i Figur 1.1 har andelen avvikelser summerats och vägts samman för de tre typerna. Nedan redovisas i stället andelarna för respektive typ separat. Summerar man dessa överensstämmer totalsumman av olika anledningar inte fullt ut med den andel som redovisas i Figur 1.1.

### 1.2.1 Ojämnhet (IRI)

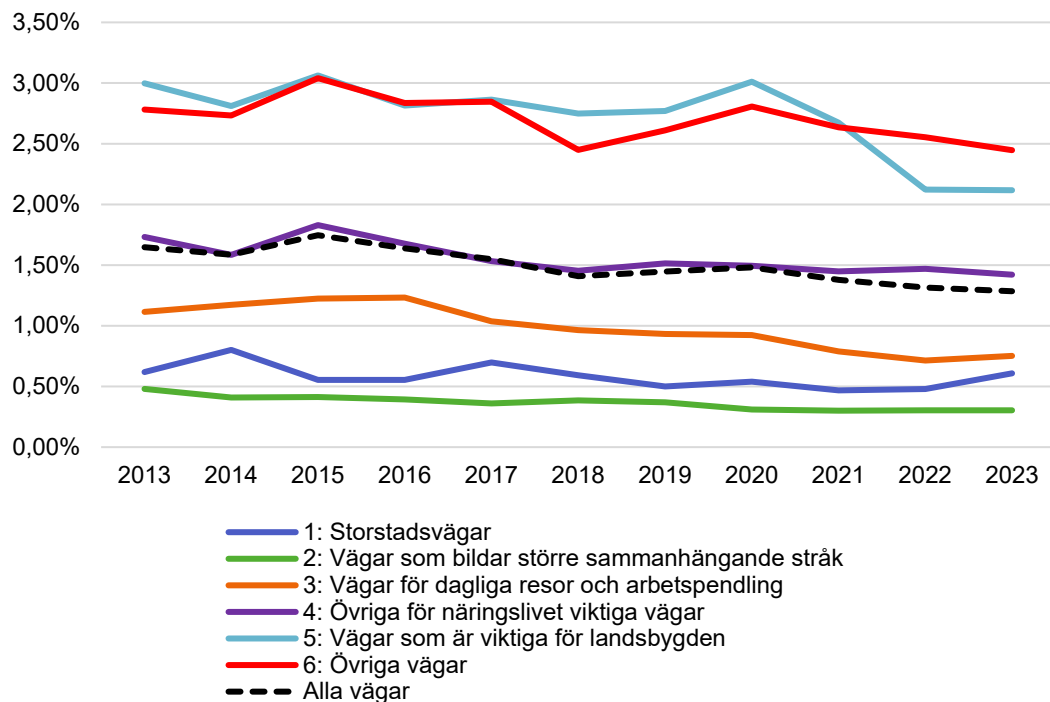
Den samlade väglängden som avviker med avseende på IRI har minskat över tid för samtliga vägtyper, med en liten ökning sista året för vägtyperna 1–3, se Figur 1.3.

<sup>6</sup> Trafikanalys har fått tillgång till ett uttag av väglängder per vägtyp med uppgifter om avvikelser från underhållsstandard, per kommun, län och Trafikverksregion från Trafikverket (2024b).



Figur 1.3. Vägnätslängd (km) som avviker från underhållsstandard med avseende på ojämnheter (IRI) 2013–2023, per vägtyp.

Andelen av vägnätslängd som avviker från underhållsstandard vad gäller ojämnheter (IRI) har också utvecklats positivt över tid, se Figur 1.4. En viss ökning noteras för avvikelser under 2023 för vägtyperna 1 och 3. Ojämnheten är mest frekvent förekommande på vägtyperna 5 och 6 med 2–3 procent.

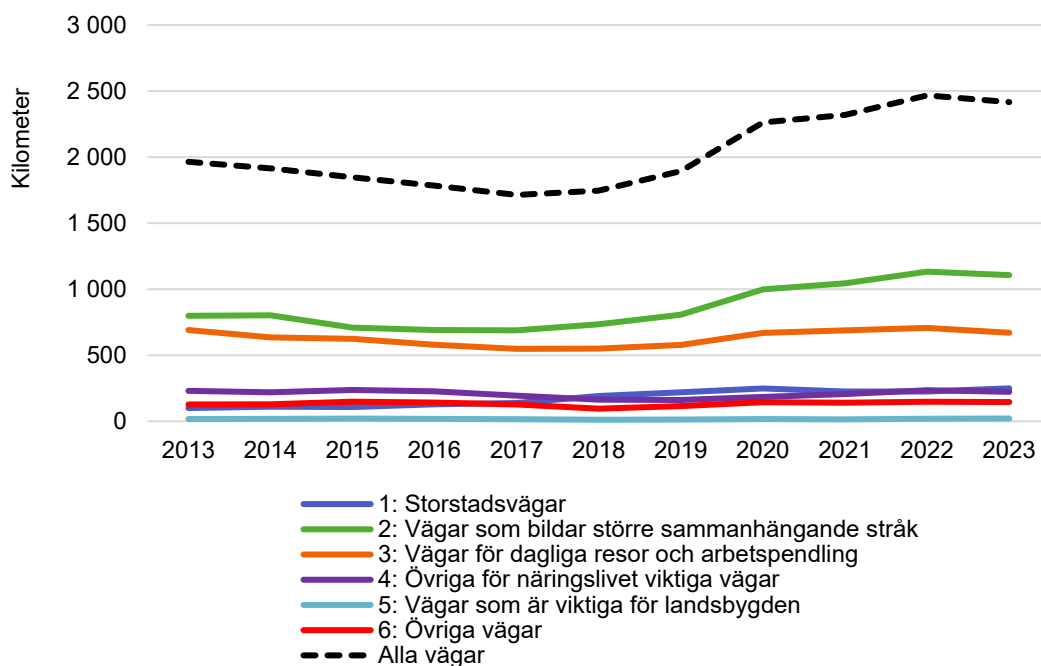


Figur 1.4. Andel vägnätslängd (%) som avviker från underhållsstandard med avseende på ojämnheter (IRI) 2013–2023, per vägtyp.

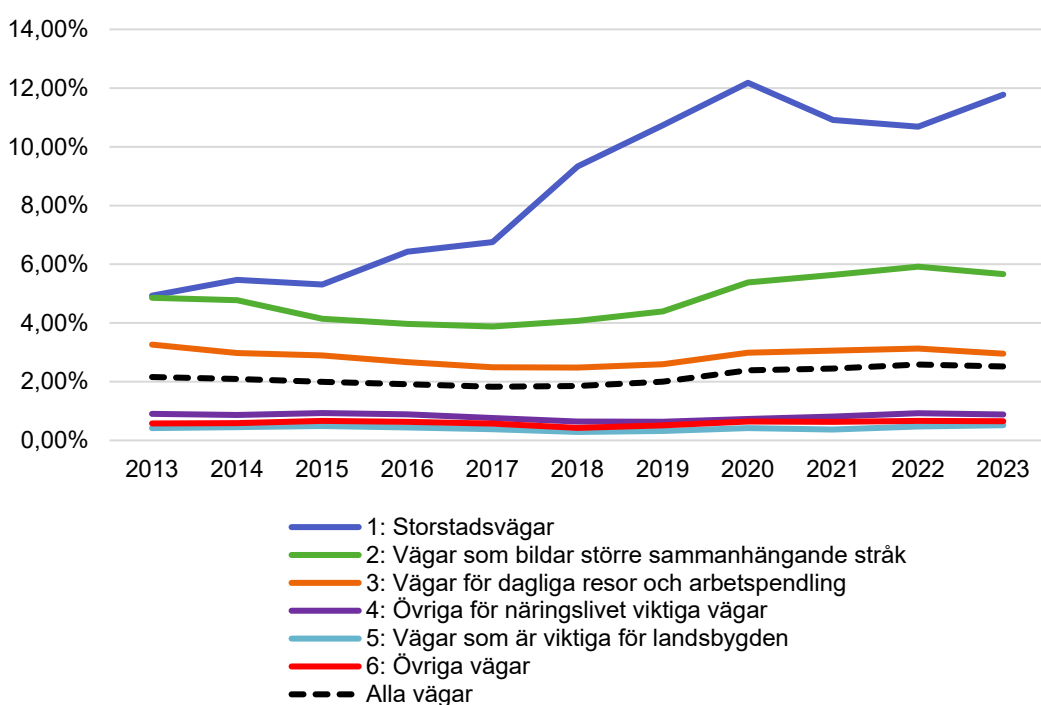
## 1.2.2 Spårdjup

Problem med spårdjup har ökat över tid (Figur 1.5). Antal kilometer med brister har framför allt ökat för vägtyperna 1–3. En viss minskning noteras för 2023.

Avvikelsen från underhållsstandarden vad gäller spårdjup är främst ett problem för vägtyperna 1 och 2 (Figur 1.6). Framför allt noteras en kraftig ökning av andelen som avviker för vägtyp 1 över tid, 12 procent 2023. För det övriga vägnätet ligger avvikelsen under 3 procent, stabilt över tid.



Figur 1.5. Vägnätets längd (km) som avviker från underhållsstandarden med avseende på spårdjup 2013–2023, per vägtyp.

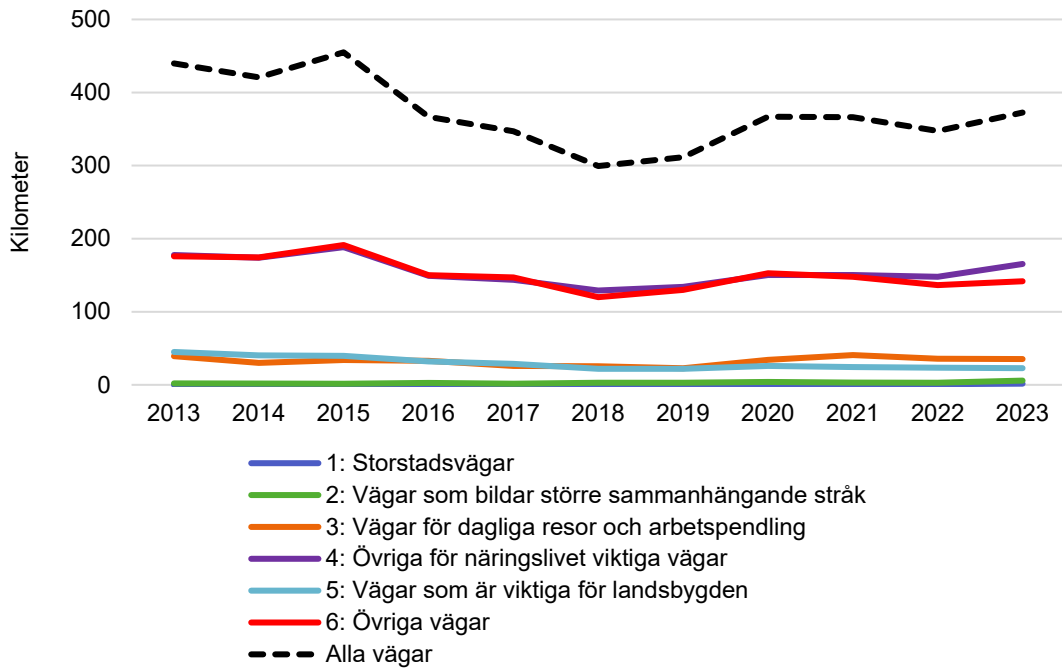


Figur 1.6. Andelen vägnätets längd (%) som avviker från underhållsstandarden med avseende på spårdjup 2013–2023, per vägtyp.

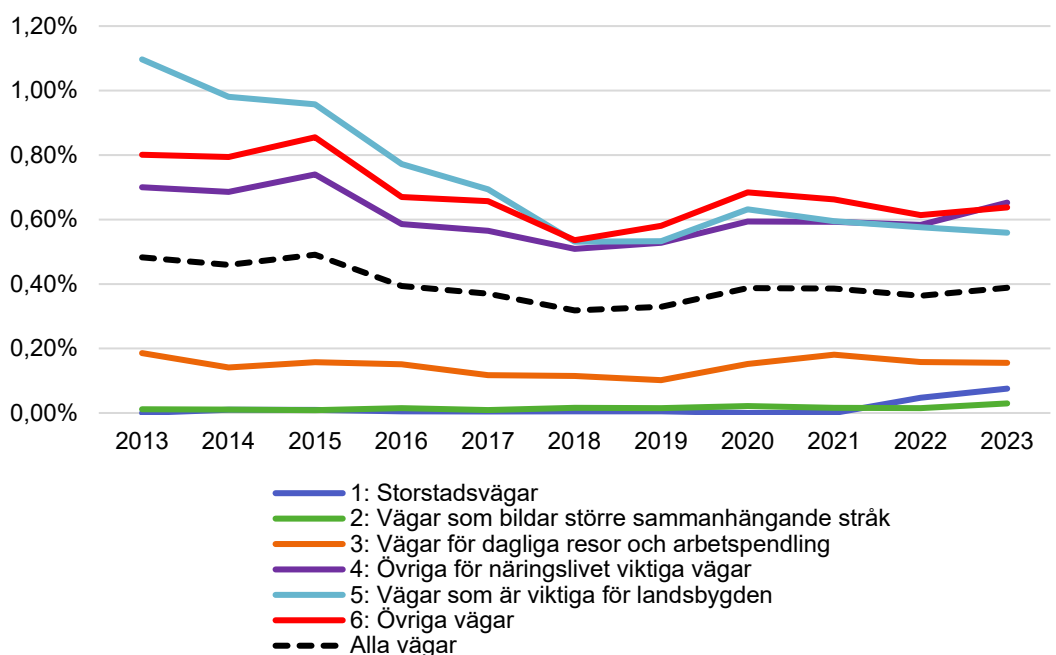
### 1.2.3 Kantdjup

Avvikelseerna för kantdjup minskade totalt sett fram till 2018 (Figur 1.7). Därefter har antal kilometer med avvikelse för kantdjup ökat. Avvikelse med avseende på kantdjup är huvudsakligen förekommande på vägtyperna 4 och 6.

För stora delar av vägnätet är denna typ av avvikelse inte något stort problem. Avvikelseerna är störst för vägtyperna 4–6 och uppgår till drygt 0,5 procent av vägnätet (Figur 1.8). En viss ökning noteras under 2023 för flertalet vägtyper.



Figur 1.7. Vägnätslängd (km) som avviker från underhållsstandard med avseende på kantdjup 2013–2023, per vägtyp.



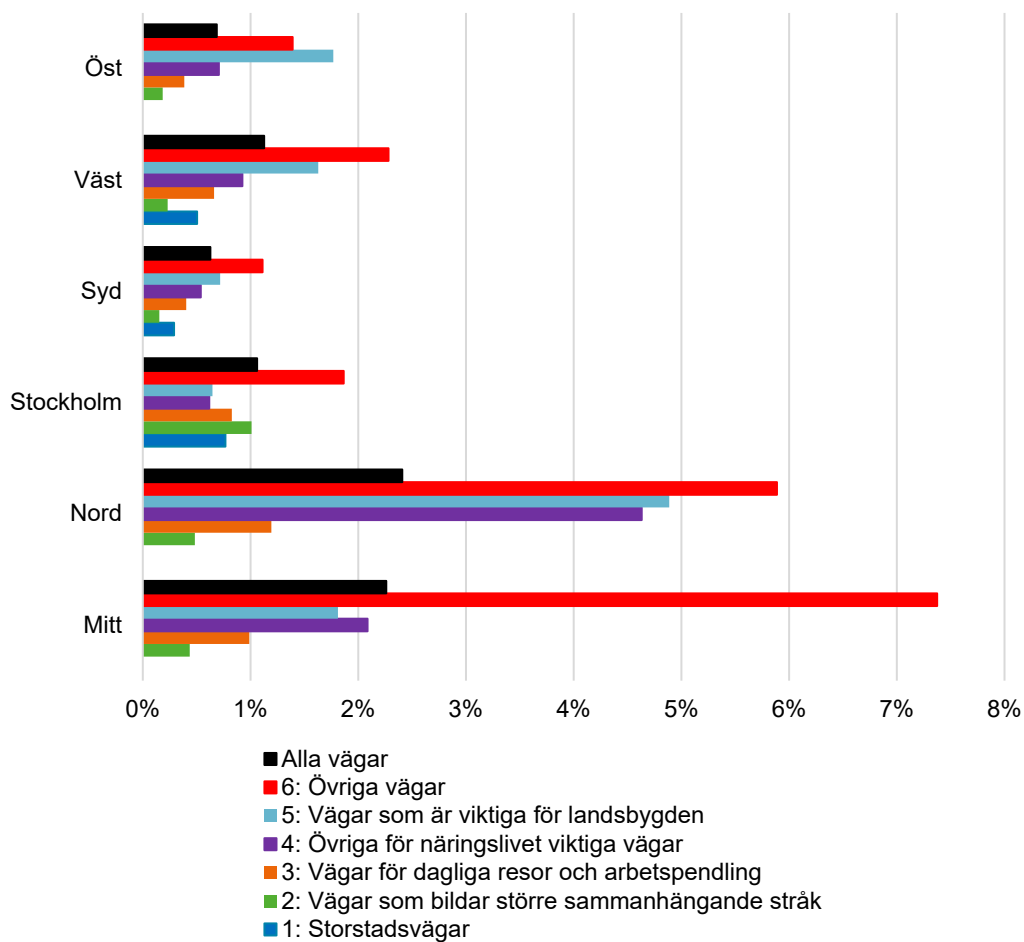
Figur 1.8. Andel vägnätslängd (%) som avviker från underhållsstandard med avseende på kantdjup 2013–2023, per vägtyp.



## 2 Ojämnhet (IRI) – 2023

I detta kapitel redovisas avvikelserna med avseende på ojämnhet för år 2023 för Trafikverkets sex regioner samt per län och kommun.

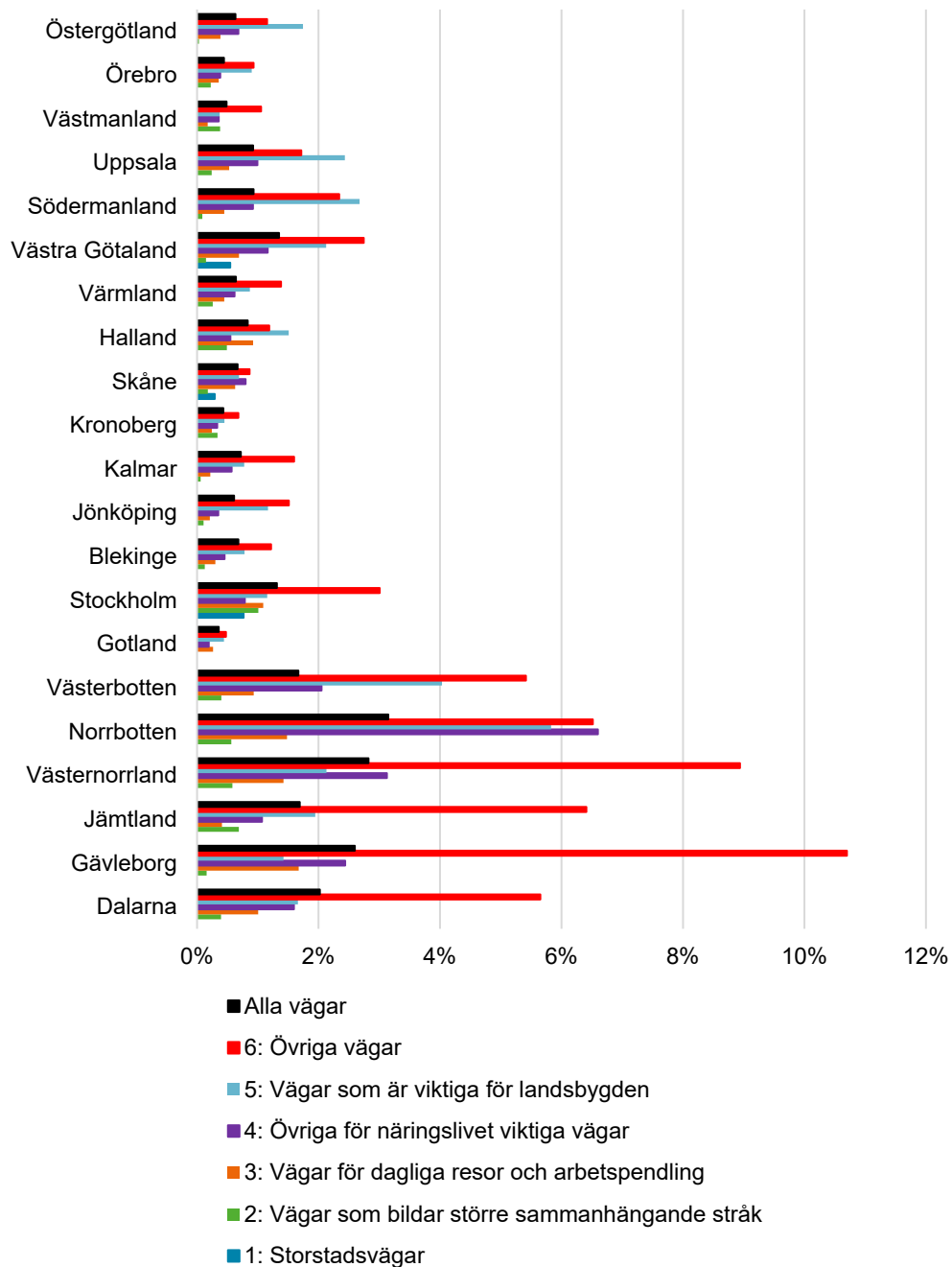
### 2.1 Trafikverksregioner och län



Figur 2.1. Andel vägnätsslängd (%) som avviker från underhållsstandard med avseende på ojämnhet (IRI) 2023, per vägtyp och Trafikverksregion.

Avvikelsen för ojämnhet (IRI) per region är störst i regionerna Nord och Mitt (Figur 2.1). Andelen avvikelser är störst för vägtyperna 4–6 oavsett region. För de övriga vägtyperna understiger avvikelsen i regel 1 procent.

Mönstret återkommer om vi ser per län (Figur 2.2). Störst avvikelser finns i Västerbotten, Norrbotten, Västernorrland, Jämtland, Gävleborg och Dalarna. Norrbotten avviker negativt med avvikelser kring 6 procent för flera vägtyper.



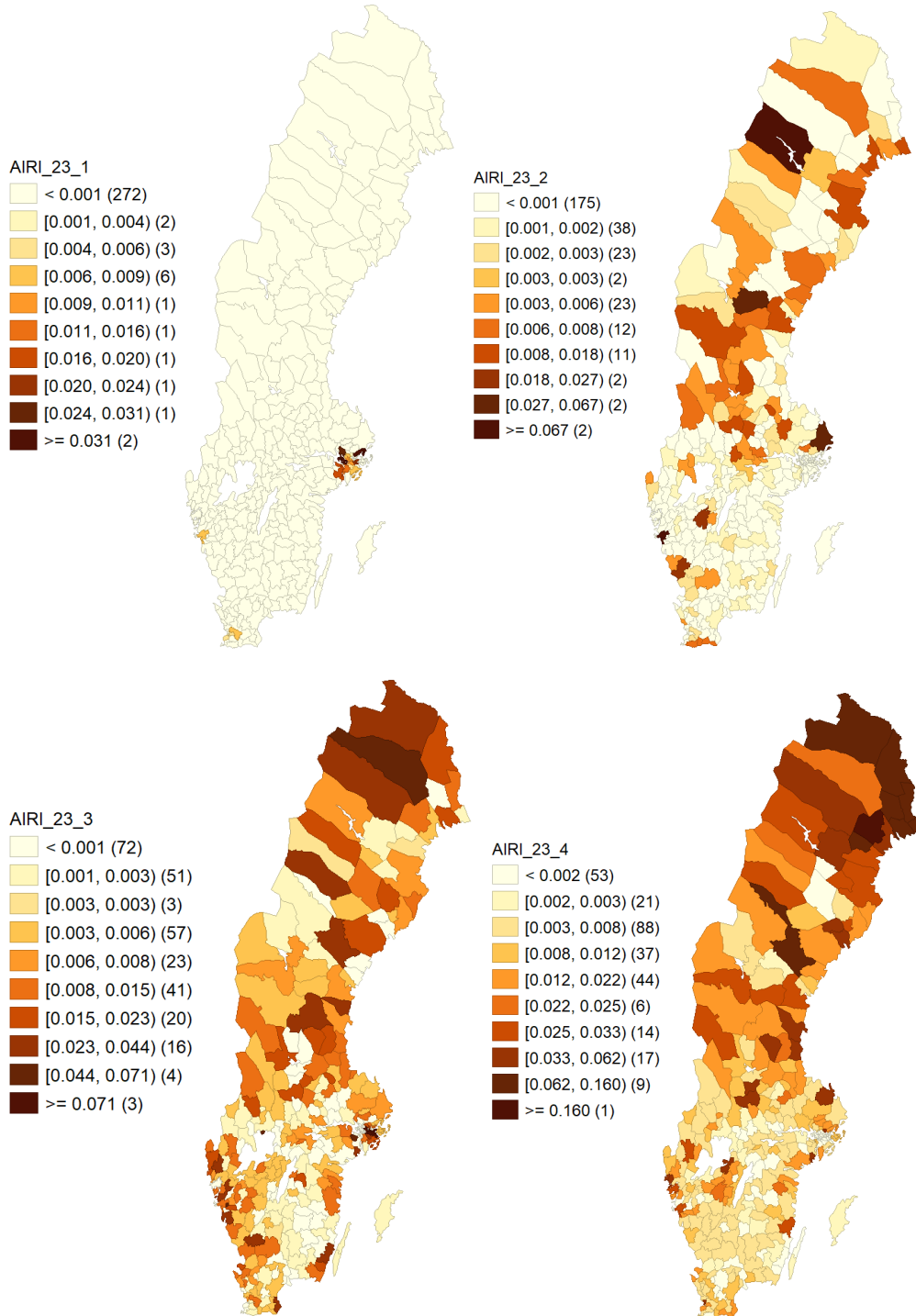
Figur 2.2. Andel vägnätsslängd (%) som avviker från underhållsstandard med avseende på ojämnhet (IRI) 2023, per vägtyp och län.

## 2.2 Kommuner

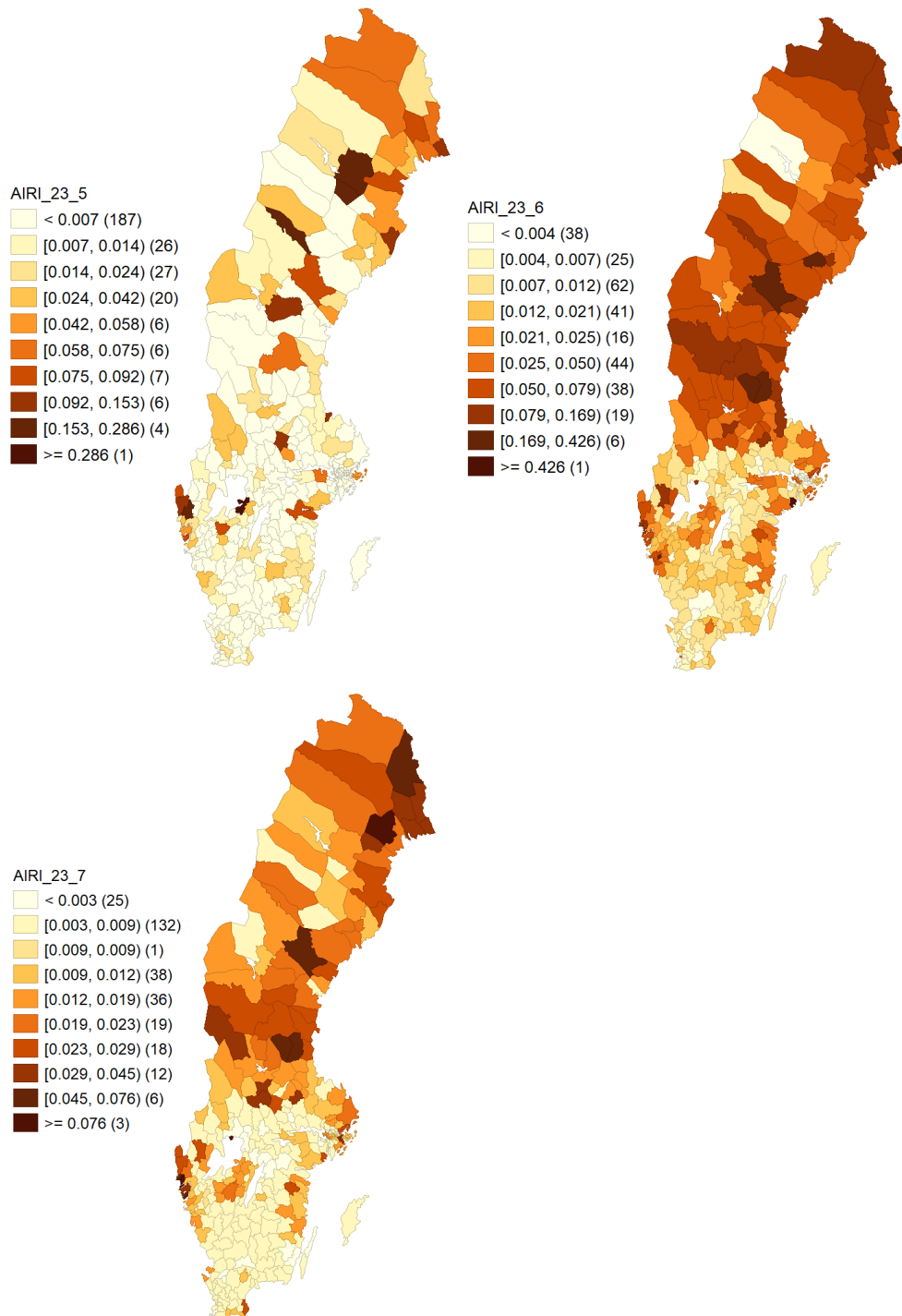
På kommunnivå är varierar avvikelsernas storlekar relativt mycket Figur 2.3. För Vägtyp 1: Storstadsvägnätet är variationen relativt begränsad, störst avvikelse finns i kranskommunerna till Stockholm, såsom Österåker och Ekerö.

För vägtyp 2: är avvikelserna begränsade i södra delarna och vissa delar av Norrlands inland. Större avvikelser noteras för Arjeplog och Göteborg (7%).

För vägtyp 3 finns större avvikelser i västra Sverige, längst ostkusten i Södra Sverige, samt i och omkring Stockholm. Flertalet kommuner i Norrland har också betydande avvikelser. Avvikelseerna i norrländska kommuner framträder än tydligare för vägtyperna 4–6.



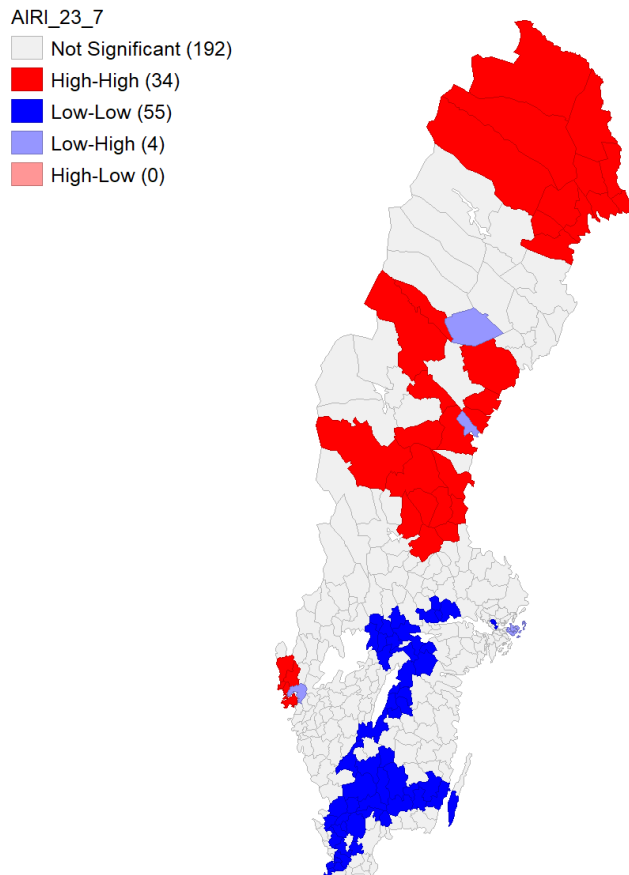




**Figur 2.3. Andel vägnätets längd som avviker från underhållsstandard med avseende på ojämnhet (IRI) 2023, per vägtyp.**

**Anm: AIRI\_23\_1–7 = Andel av vägnätet som avviker för IRI år 2023 med avseende på vägtyp 1–7. Vägtyp 7 = Alla vägar. Antal kommuner redovisas inom parenteserna.**

När alla vägtypernas vägnät summeras (kartan AIRI\_23\_7) bekräftas bilden av större avvikelser i de norra och västra delarna av Sverige och relativt små avvikelser i södra Sverige.



**Figur 2.4. Local Moran-karta för ojämnheter för hela vägnätet 2023 (AIRI\_23\_7)**  
**Anm: Antal kommuner redovisas inom parenteserna.**

En statistik rumslig analys (Figur 2.4) bekräftar denna slutsats.<sup>7</sup> Klart lysande röda områden är kommuner med en hög avvikelse omgivet av andra kommuner med höga avvikelser. Klart lysande blå områden är på motsvarande sätt kommuner med låga värden omgivet av kommuner med låga värden. Ljusa färger (röda och blå) indikerar kommuner med ett avvikande mönster.

<sup>7</sup> En metodbeskrivning för denna analys redovisas i appendix, kapitel 5. Viktmatrisen som använts för beräkningen är en så kallad Queen, eller på svenska en drottning.

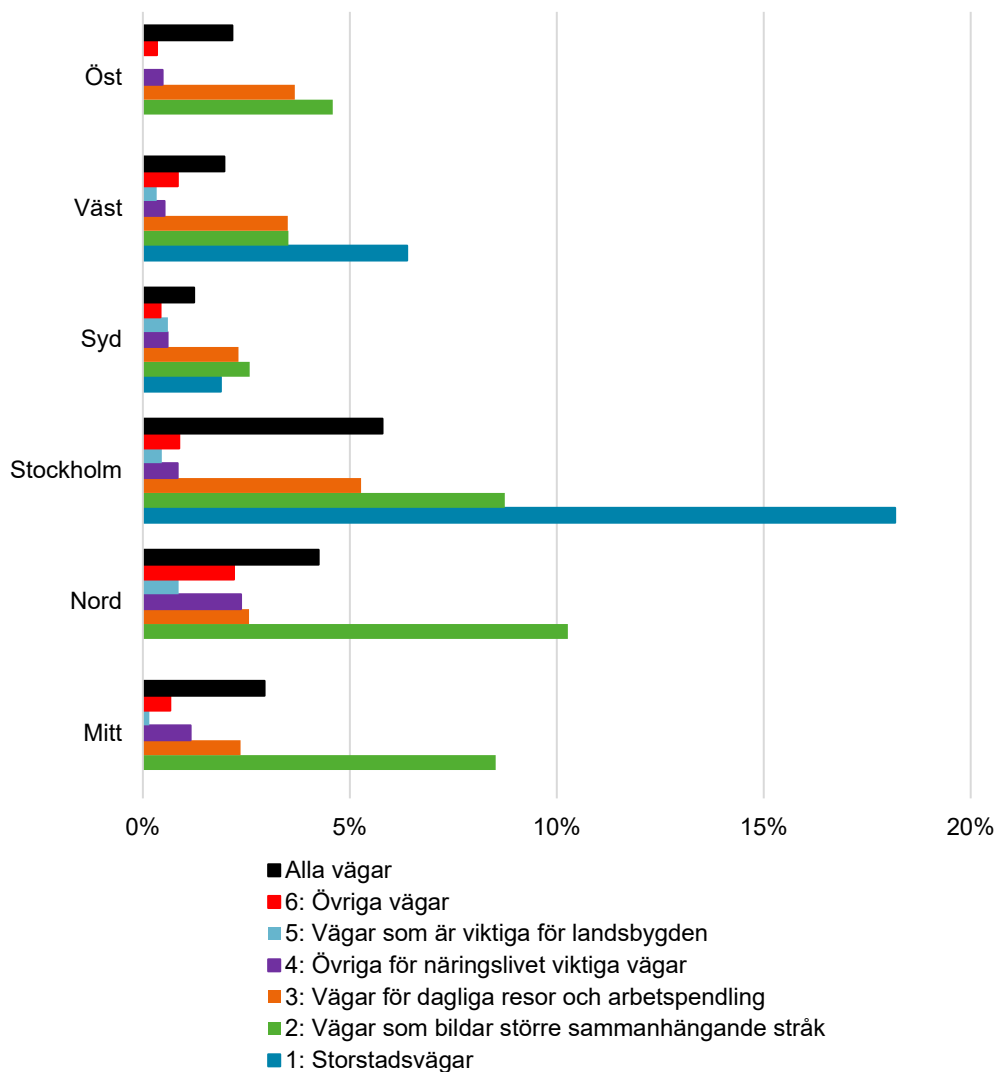


## 3 Spårdjup – 2023

I detta kapitel redovisas avvikelserna med avseende på spårdjup för år 2023 för Trafikverkets sex regioner samt per, län och kommun.

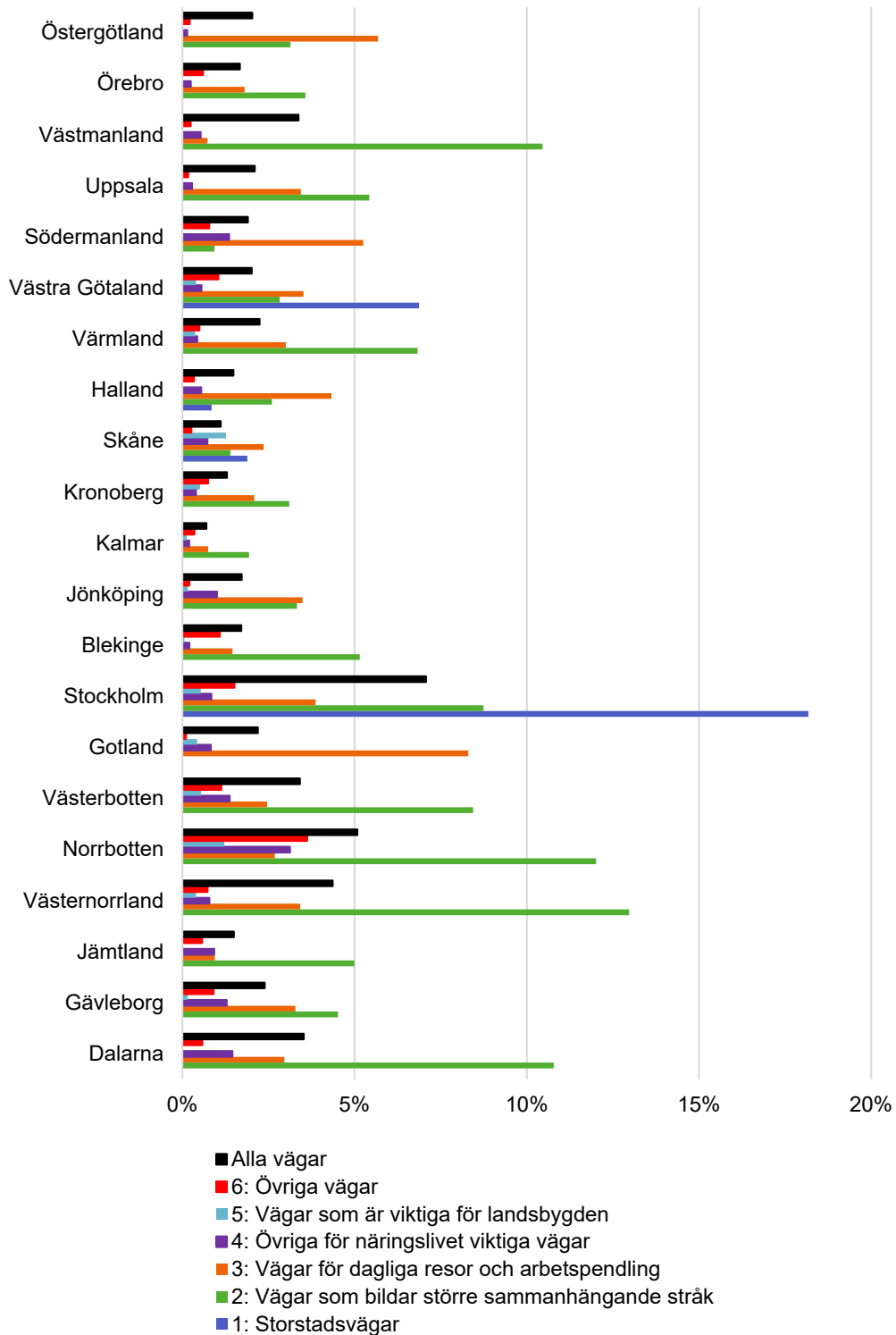
### 3.1 Trafikverksregioner och län

Avvikelse från underhållsstandard för spårdjup är ett problem framför allt för Trafikverksregion Stockholm (18,2%) och till viss del Region Väst (6,4%) avseende Storstadsvägnätet (Vägartyp 1), se Figur 3.1. Regionerna Norr och Mitt har problem med spårdjup för Vägartyp 2: Vägar som bildar större sammanhängande stråk, kring 10 procent.



Figur 3.1. Andel vägnätslängd (%) som avviker från underhållsstandard med avseende på spårdjup 2023, per vägartyp och Trafikverksregion.

En hög avvikelse vad gäller spårdjup noteras under 2023 för Stockholms län (Vägtyp 1 och 2) samt Västra Götaland (Vägtyp 1), se Figur 3.2. För Vägtyp 2 finns även stora avvikelser i Västmanland, Västerbotten, Norrbotten, Västernorrland och Dalarna. Gotland har stora avvikelser för Vägtyp 3.

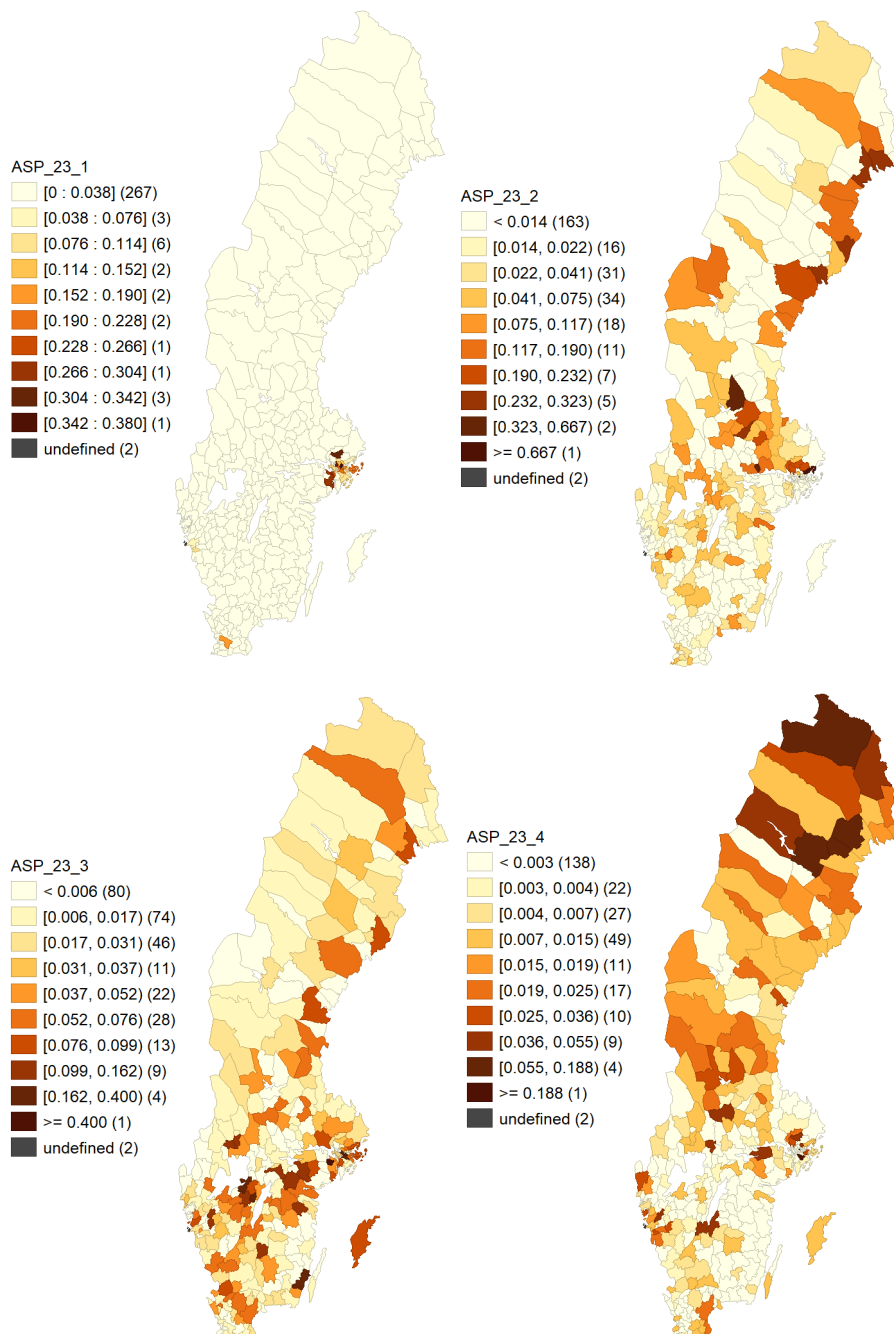


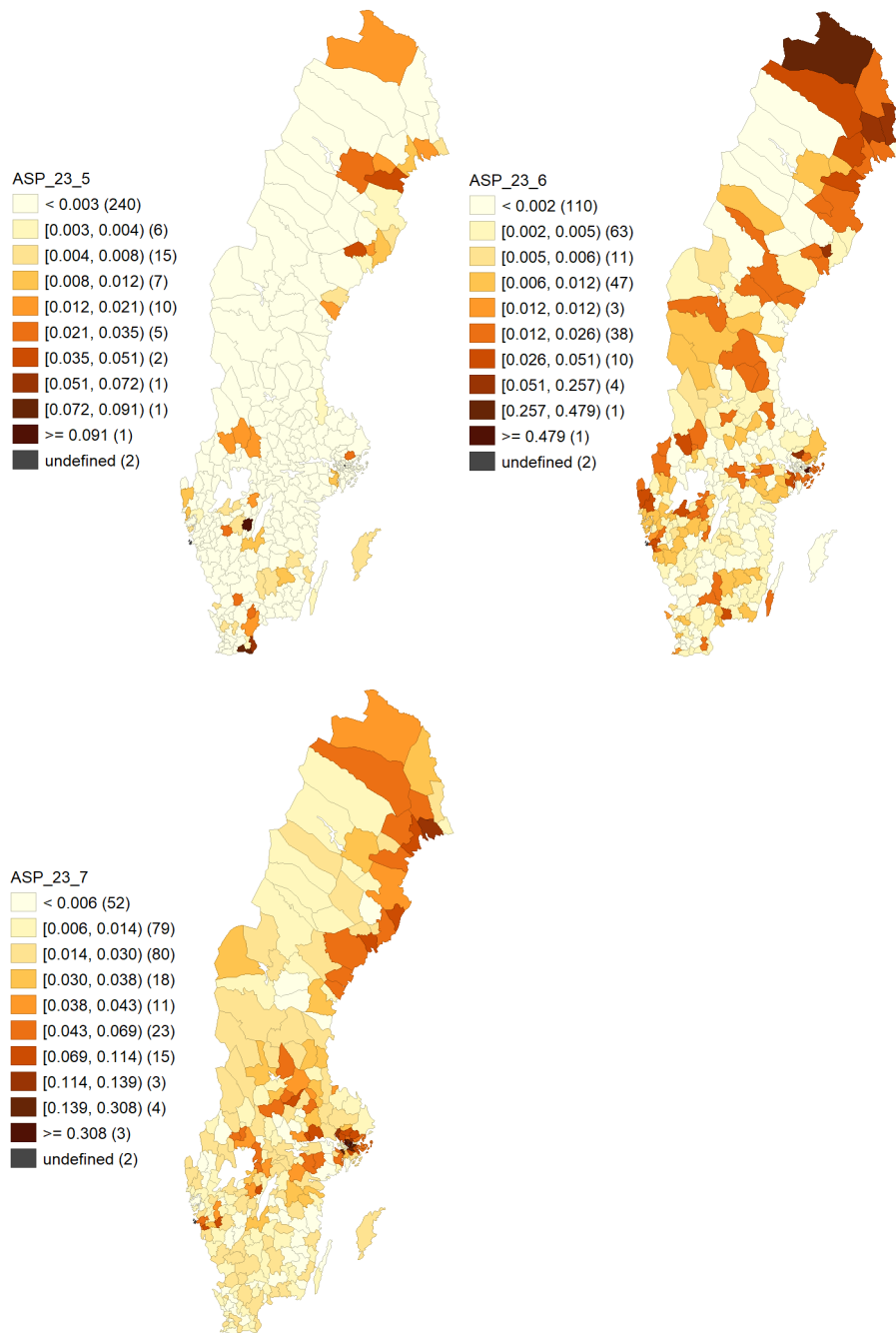
Figur 3.2. Andel vägnätslängd (%) som avviker från underhållsstandard med avseende på spårdjup 2023, per vägtyp och län.

## 3.2 Kommuner

Större avvikelser för spårdjup finns främst i och omkring Stockholm för Vägtyp 1 (Figur 3.3). Högst avvikelse finns i Danderyd med 38 procent, eller drygt 11 kilometer. För Vägtyp 2 finns större avvikelser längs norrlandskusten och i ett stråk nordväst från Stockholm. Större avvikelser finns för inlandskommunerna i södra Sverige för vägtypen 3, samt omkring de större städerna. För vägtyperna 4–6 noteras större avvikelser främst i norrlandskommunerna samt i de västra och östra delarna av södra Sverige.

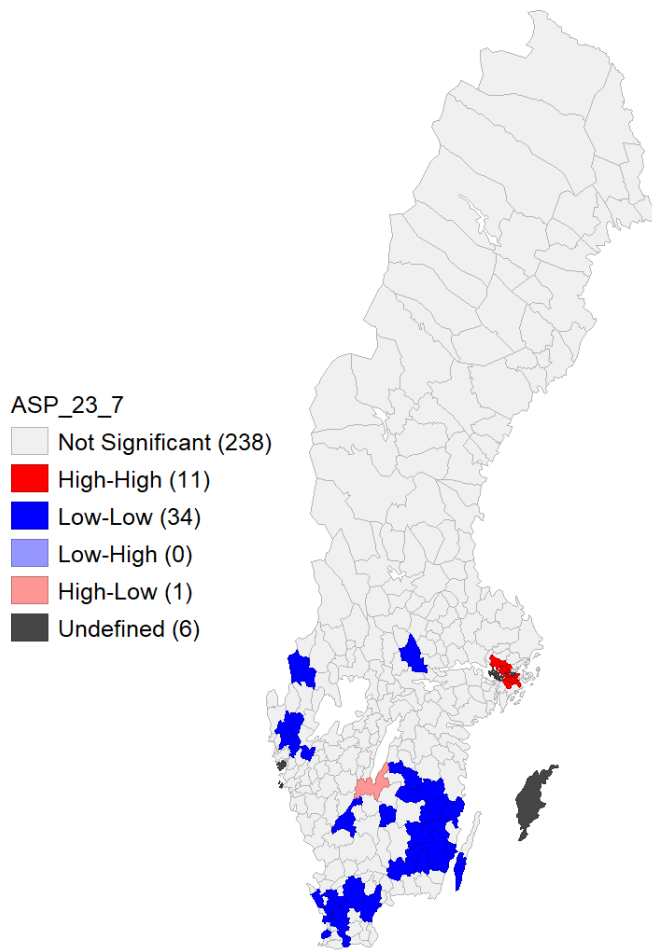
Enligt den statistiska rumsliga analysen (Figur 3.4) för hela vägnätet noteras ett signifikant kluster av kommuner med hög grad av spårdjup i och omkring Stockholm. Signifikant låga avvikelser återfinns i inlandskommunerna i södra Sverige.





**Figur 3.3. Andel vägnätslängd som avviker från underhållsstandard med avseende på spårdjup 2023, per vägtyp.**

**Anm: ASP\_23\_1–7 = Andel av vägnätet som avviker för spårdjup år 2023 med avseende på vägtyp 1–7. Vägtyp 7 = Alla vägar. Antal kommuner redovisas inom parenteserna.**



**Figur 3.4. Local Moran-karta för spår djup för hela vägnätet 2023 (ASP\_23\_7)**  
Anm: Antal kommuner redovisas inom parenteserna.

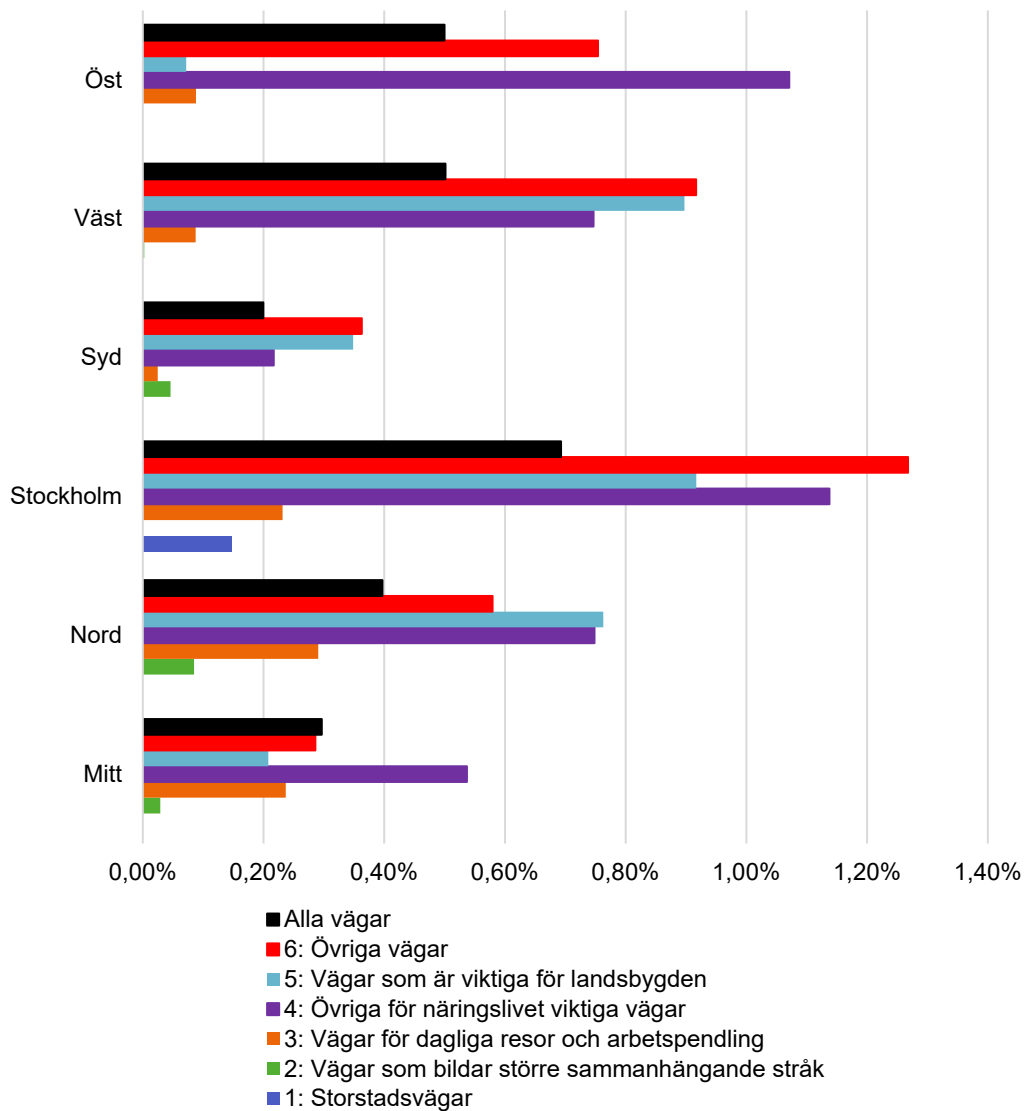


## 4 Kantdjup – 2023

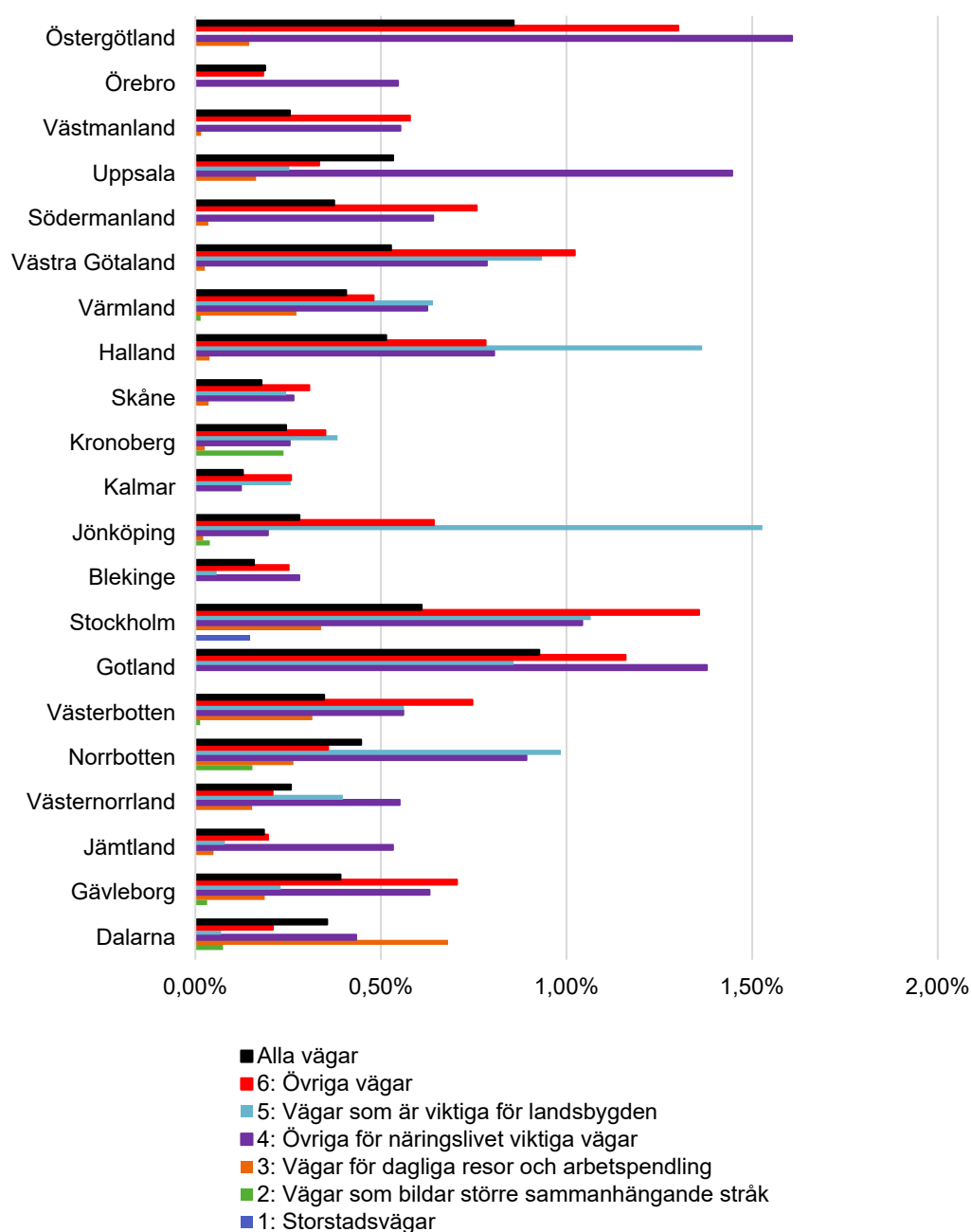
I detta kapitel redovisas avvikelserna med avseende på kantdjup 2023 och redovisas för Trafikverkets sex regioner, län och kommun.

### 4.1 Trafikverksregioner och län

Kantdjupsavvikelser är generellt sett små i förhållande till avvikelser i spårdjup och ojämnhet (IRI). Regionerna Stockholm och Väst har störst avvikelser, cirka 1 procent för vägtyperna 4–6, tillsammans med region Öst med avvikelser för Vägtyp 4 och 6 (Figur 4.1).



Figur 4.1. Andel vägnätsslängd (%) som avviker från underhållsstandard med avseende på kantdjup 2023, per vägtyp och Trafikverksregion.



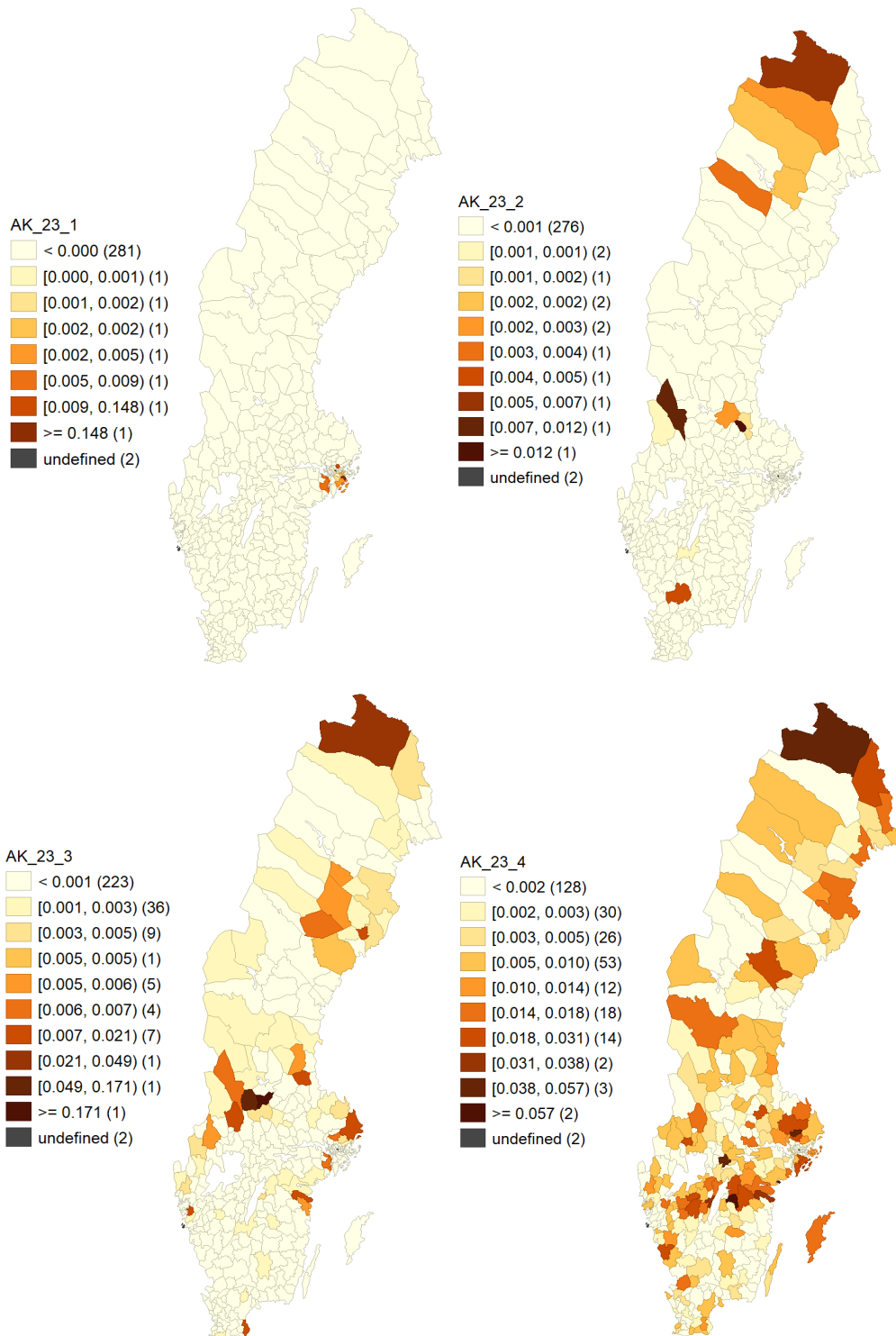
Figur 4.2. Andel vägnätslängd (%) som avviker från underhållsstandard med avseende på kantdjup 2023, per vägtyp och län.

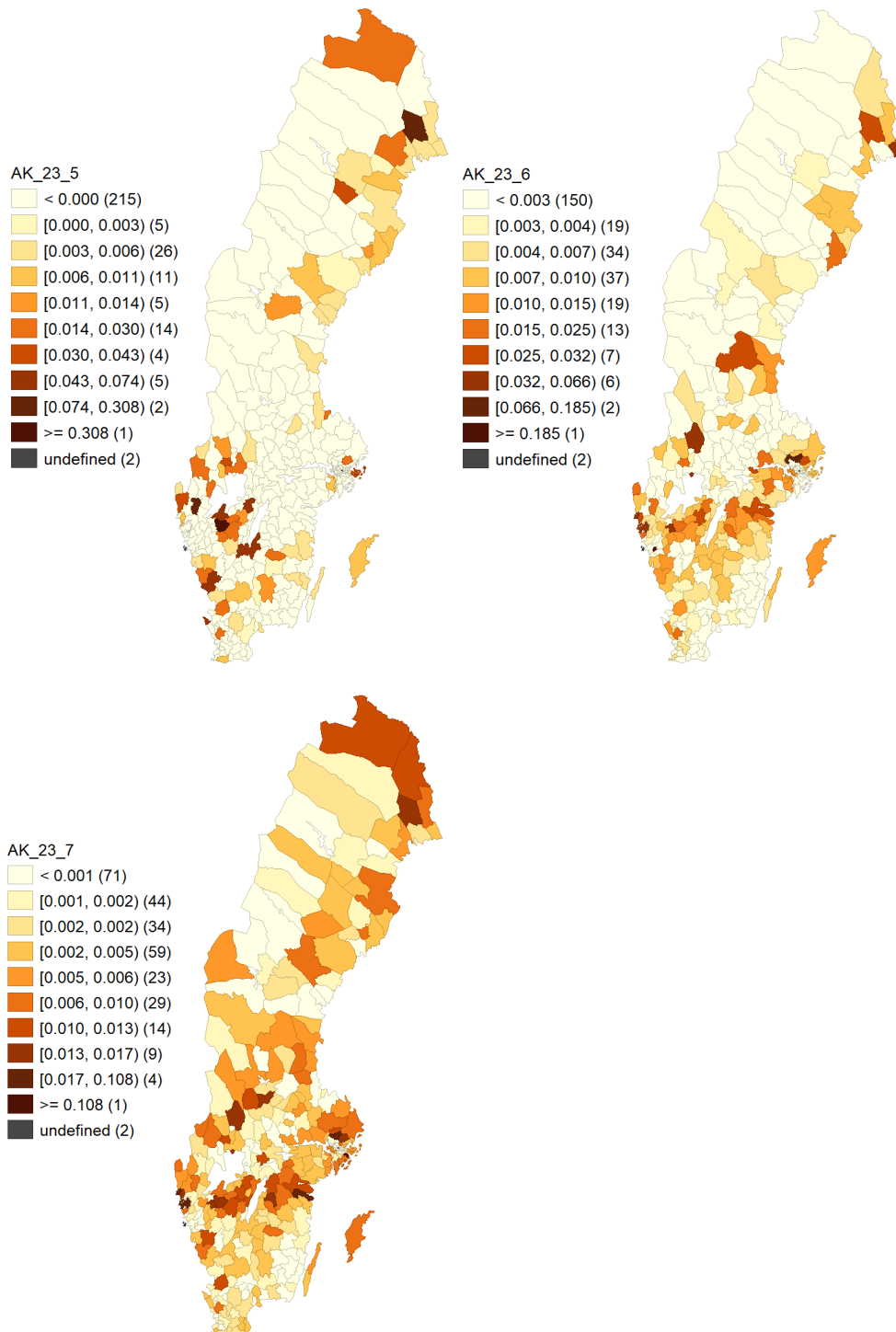
Inte heller på länsnivå förekommer det några betydande avvikelser vad gäller kantdjup (Figur 4.2). De län där någon typ av vägnät avviker med mer än 1 procent är Östergötland, Uppsala, Västra Götaland, Halland, Jönköping, Stockholm och Gotland.

## 4.2 Kommuner

Avvikelsen från underhållsstandard för kantdjup är låg även på kommunnivå (Figur 4.3). För flertalet av vägtyperna anges ingen avvikelse alls för flertalet kommuner. För kommuner där avvikelser noteras är dessa också begränsade. Enligt den rumsliga statistiska analysen för

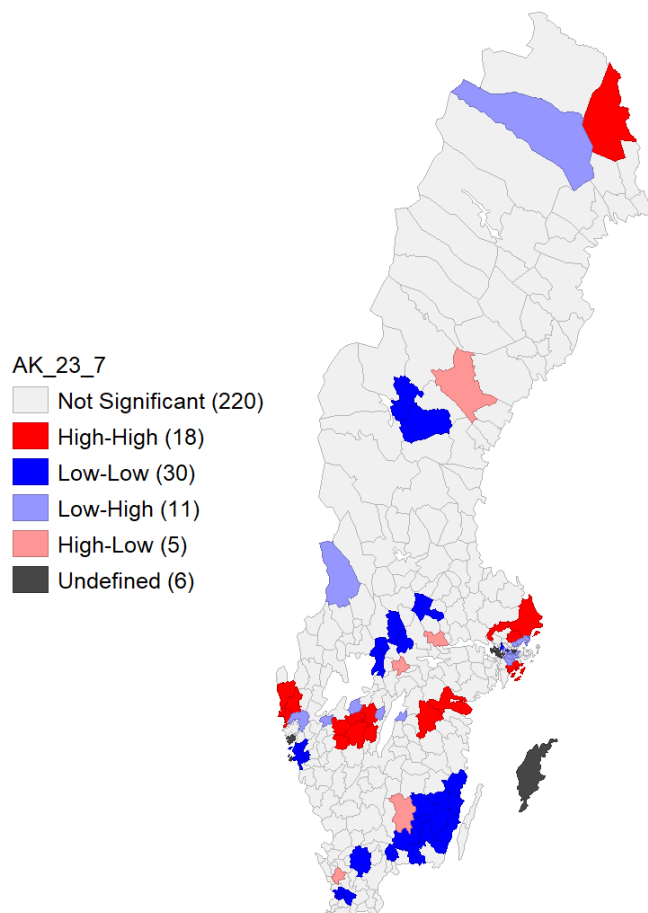
hela vägnätet (Figur 4.4) är avvikelsen signifikant störst punktvís i ett stråk mellan Göteborg och Stockholm samt för en enstaka kommun i Norrbotten (Pajala). Signifikant låga andelar noteras för centrala delarna av Stockholm, Göteborg, samt några kommuner i mellersta och sydöstra Sverige.





Figur 4.3. Andel vägnätslängd som avviker från underhållsstandard med avseende på kantdjup 2023, per vägtyp.

Anm: AK\_23\_1–7 = Andel av vägnätet som avviker för kantdjup år 2023 med avseende på vägtyp 1–7. Vägtyp 7 = Alla vägar. Antal kommuner redovisas inom parenteserna.



Figur 4.4. Local Moran-karta för kantdjup för hela vägnätet 2023 (AK\_23\_7)  
Anm: Antal kommuner redovisas inom parenteserna.

## 5 Appendix - Test för rumslig autokorrelation

När närliggande observationer tenderar att ha liknande värden, mer liknande<sup>8</sup> än vad man kan förvänta sig att de borde ha vid en slumpmässig fördelning, då förekommer det ett rumsligt beroende eller rumslig autokorrelation i materialet. Förekomsten av sådana kluster kan testas statistiskt.

De två vanligaste förekommande måtten för att testa **global rumslig autokorrelation** är Moran's I och Geary's C (Moran 1948, Geary 1954, Cliff och Ord 1973, 1981). Med "globalt" avses att man väger in hela datasetet och att teststatistikan uttrycks i ett gemensamt värde som antingen förkastar eller accepterar den uppställda hypotesen utan att närmare specificera hur det rumsliga beroendet ser ut geografiskt. Ett positivt och signifikant z-värde för **Moran's I** indikerar positiv autokorrelation. Det innebär att observationer med liknande värden är mer rumsligt klustrade än vad man kan förvänta sig än om de vore slumpmässigt fördelade. Ett högre värde indikerar en större autokorrelation. Ifall z-värdet är negativt gäller det motsatta, att observationerna är att observationer med liknande värden är mer spridda än slumpmässigt.<sup>9</sup>

**Lokal rumslig autokorrelation** innebär att det globala måttet kan delas upp i sina beståndsdelar och kan beräknas på ett flertal olika sätt. Vanligast är dock en lokal version av Moran's I, **Local Moran**<sup>10</sup>, vars z-värden summerar till det globala Moran's I. Local Moran föreslogs av Anselin (1995) som ett sätt att identifiera lokala kluster (hög-hög eller låg-låg) och lokala rumsliga extremvärden (hög-låg eller låg-hög).<sup>11</sup> Notera dock att denna klassificering görs i förhållande till materialets medelvärde så tolkningen ska inte göras i ett absolut perspektiv av höga eller låga värden. En fördel är också att det är möjligt att illustrera dessa mönster exempelvis i en karta eller i en scatterplot, samt som hjälp för att konstruera en lämplig regressionsmodell.

Vi behöver också nämna några ord om hur grupperingen av observationerna går till. Det vill säga vilka observationer är det som tillhör en observations påverkansområde? Detta struktureras med en så kallad rumslig viktmatris. Viktmatrisen spelar en central roll för beräkning av rumslig autokorrelation då den väger samman grannarnas värden.

### Den rumsliga viktmatrisen

Observationerna kopplas samma med hjälp av en så kallad viktmatris som brukar noteras med ett **W**, se Figur 5.1. För att bestämma vilka observationer som ska betraktas som grannar behövs en regel. Den vanligaste regeln är att anta att alla observationer som delar en geografisk gräns är att anse som grannar. Observationen A i Figur 2.6 delar gräns med B, C och D och tilldelas värdet 1 i matrisen nedan. B är granne med A, C och E. Notera att observationerna inte betraktas som grannar till sig själv. Det sista steget i konstruktionen av en viktmatris är att standardisera varje cell med radsumman. Det innebär att betydelsen av varje

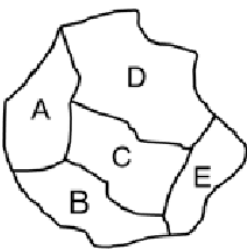
<sup>8</sup> Även när de är mer *olika* än vad man kan förvänta sig av en slumpmässig fördelning karaktäriseras materialet av ett rumsligt beroende.

<sup>9</sup> Det andra globala måttet **Geary's c** tolkas på liknande sätt med skillnaden att värden mellan 0 och 1 innebär positiv autokorrelation (närmare 0 innebär högre korrelation), medan värden över 1 innebär stigande negativ rumslig autokorrelation. De två måtten är relativt lika även om skillnader finns, exempelvis är Geary's c mer känslig för förekomsten av lokal rumslig autokorrelation.

<sup>10</sup> Getis och Ords **Gi** och **G\*** samt **Local Geary** är tre andra statistiska för lokal rumslig autokorrelation. De producerar oftast liknande resultat som Local Moran, även om avvikelser förekommer.

<sup>11</sup> En översiktlig beskrivning av lokal rumslig autokorrelation med formler och exempel finns här: [Local Spatial Autocorrelation \(1\) \(geodacenter.github.io\)](https://geodacenter.github.io/Autocorrelation-1/)

länk (par av grannar) avgörs av hur många grannar respektive observation antas ha (nedre högra hörnet i Figur 5.1). När viktmatrisen radstandardiseras så innebär det att man utnyttjar medelvärdet av grannarnas värden som en förklarande variabel i en regressionsanalys. Det innebär också att inferensen underlättas, exempelvis genom att Moran's I begränsas till intervallet -1 till 1.

		A	B	C	D	E					
	A	0	1	1	1	0					
	B	1	0	1	0	1					
	C	1	1	0	1	1					
	D	1	0	1	0	1					
	E	0	1	1	1	0					
A		0	1/3	1/3	1/3	0					
B		1/3	0	1/3	0	1/3					
C		1/4	1/4	0	1/4	1/4					
D		1/3	0	1/3	0	1/3					
E		0	1/3	1/3	1/3	0					

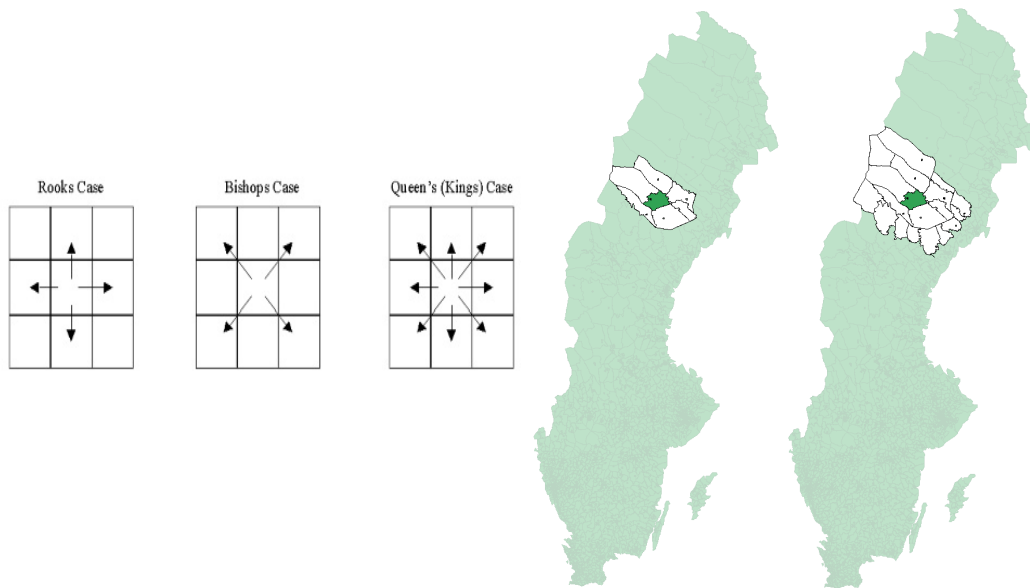
Figur 5.1. Geografiska områden, matris av grannar, samt en radstandardiserad viktmatris.

Metoden för att identifiera observationer som grannar där alla observationer som delar minst minsta möjliga gräns betraktas som grannar, se Figur 5.2, benämns Queen (efter hur drottningen kan röra sig i spelet schack). Detta är den absolut vanligaste formen av regel som används i litteraturen. Det finns dock andra metoder såsom Rook (Torn) eller Bishop (Löpare). Man kan även välja att definiera grannarna som grannarna inklusive deras grannar, i två steg. Då blir det en Queen\_2.

Vanligt förekommande är också att bestämma att varje observation ska ha ett visst antal, säg 5, 10 eller 20, grannar vardera. Det innebär då att man beräknar avstånd mellan observationerna och alltså väljer ut de närmsta. En nackdel med denna metod är att matrisen inte blir symmetrisk eftersom observation A kan bli granne med C, men C behöver inte bli granne med A eftersom C möjligen har närmre till andra observationer. Det förekommer också matriser som består av avståndet<sup>12</sup> mellan observationerna, då betraktas alla observationer som grannar till varandra fast i olika grad (observationer längre ifrån varandra antas ha mindre påverkan än närliggande observationer). I regel brukar man dock välja en viss geografiskt avståndsgräns som begränsar mängden grannar. Även dessa ovannämnda matriser brukar radstandardiseras.

Viktmatrisen kan även konstrueras utifrån ett hierarkiskt perspektiv, låt säga att områden definieras som grannar om de är kommuncentra inom ett viss geografiskt avstånd från varandra, utan att inkludera landsbygdsområden däremellan som grannar.

<sup>12</sup> Hur avståndet ska beräknas varierar. Vanligt förekommande är att beräkna inversen av avståndet så att observationer längre bort påverkar mindre. Ibland används också potenser på inversen av avståndet för att ytterligare förstärka påverkan från lokala observationer i förhållande till mer avlägsna. Avstånd behöver inte vara geografisk utan kan exempelvis bestå av socialt avstånd eller liknande. Ett krav är dock att avståndet ska vara exogent givet i förhållande till analysens frågeställning.



Figur 5.2. Metod för att bestämma grannar till en viktmatris, med exempel för Sverige med en observation i grönt och dess omkringliggande grannar enligt Queen och motsvarande för Queen\_2.

Valet av viktmatris bör baseras på en teoretisk modell eller hypotes för hur påverkan rimligen borde se ut. Ett krav är dock att den ska vara exogent given i förhållande till det man försöker förklara. Det är också en fördel om den är relativt enkel då tolkning av resultaten underlättas. Eftersom det inte finns något objektivt sätt att konstruera en viktmatris är det en fördel att testa ett antal matriser för att se om materialet är känsligt för val av matris. För en diskussion om specifikation av viktmatriser, se Herrera Gómez, Mur Lacambra m.fl. (2012).

En kritik som förekommer i litteraturen är huruvida viktmatrisen ska radstandardiseras eller inte. Om matrisen radstandardiseras så innebär det att alla observationer påverkas lika mycket av sina grannar. I fall materialet består av många observationer med många grannar och några observationer med få grannar så kan detta upplevas som mindre lämpligt. Man kanske vill ta hänsyn till all påverkan utifrån utan att skala ner det med radstandardisering. Ett sådant sätt är att använda en Binär viktmatris (B) – vilket är steget före radstandardisering. En metod som tar hänsyn till variationen av antal grannar är variansstabilisering (Viktmatris S) (Tiefelsdorf, Griffith m.fl. 1999). Denna viktmatris blir dock inte radstandardiserad, vilket försvårar inferensen.



---

## Referenser

- Anselin, L. (1995). "Local indicators of spatial association – LISA." Geographical Analysis **27**(2): 93-115.
- Cliff, A. D. och J. K. Ord (1973). Spatial autocorrelation. London: Pion Limited.
- Cliff, A. D. och J. K. Ord (1981). Spatial Processes Models and Applications. London: Pion Limited.
- Geary, R. (1954). "The contiguity ration and statistical mapping." The Incorporated Statistician **5**(3): 115-127 + 129-146, DOI: 10.2307/2986645 <https://www.jstor.org/stable/2986645>.
- Herrera Gómez, M., J. Mur Lacambra och M. Ruiz Marín (2012). Selecting the Most Adequate Spatial Weighting Matrix: A Study on Criteria. Munich, <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/73700/>.
- Moran, P. (1948). "The interpretation on statistical maps." Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological) **10**: 243-251.
- Tiefelsdorf, M., D. A. Griffith och B. Boots (1999). "A variance-stabilizing coding scheme for spatial link matrices." Environment and Planning A **31**(165-180).
- Trafikanalys (2013). Metoder för geografisk tillgänglighetsanalys i transportsystemet., PM 2013:2. Stockholm.
- Trafikanalys (2014). Skilda landsbygders tillgänglighet och transportpolitiska utmaningar, 2014:16. Trafikanalys.
- Trafikverket (2024a). Trafikverkets årsredovisning 2023, TRV 2023/63976. Borlänge, <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1839787/FULLTEXT01.pdf>.
- Trafikverket (2024b). Underlag till Trafikanalys. Handling #23 i ärende Utr 2023/69. Stockholm.



Trafikanalys är en kunskapsmyndighet för transportpolitiken. Vi analyserar och utvärderar föreslagna och genomförda åtgärder inom transportpolitiken. Vi ansvarar även för officiell statistik inom områdena transporter och kommunikationer. Trafikanalys bildades 2010 och har huvudkontor i Stockholm samt kontor i Östersund.



**Trafikanalys**  
Rosenlundsgatan 54  
118 63 Stockholm

Tel 010 414 42 00  
trafikanalys@trafa.se  
e [www.trafa.se](http://www.trafa.se)