

Metodutveckling för restidsanalyser med GIS

Mars 2005

Karin Kallioniemi
Gunnarp 6062
240 40 Tjörnarps

karin@tipifesten.com

Projektarbete inom kursen NGE 608 – GIS 2
Institutionen för naturgeografi och ekosystemanalys
Sölvegatan 12
223062 Lund
Handledare: Karin Larsson och Andreas Persson
Institutionen för naturgeografi och ekosystemanalys

Innehållsförteckning

BAKGRUND	3
SYFTE	3
METOD	3
<i>Data – bilvägnät</i>	4
<i>Data – cykelvägnät</i>	4
<i>Programvara för nätverksanalyser</i>	5
TOPOLOGIREDIGERING	5
RESTIDSANALYSER OCH RESULTAT	6
<i>Cykelrestider – isokroner</i>	7
<i>Snabbaste resvägen – cykel och bil</i>	8
<i>Utility Network Analyst</i>	10
SLUTSATSER – TOPOLOGIREDIGERING	10
SLUTSATSER – ANALYSER OCH PRESENTATIONER	11
KÄLLFÖRTECKNING	11
<i>Muntliga källor</i>	12

BILAGA 1: CYKELRESTIDER SOM ISOKRONER FÖR 5 BOSTADSOMRÅDEN OCH ÅTTA VIKTIGA MÅLPUNKTER INOM LUNDS TÄTORT.

Bakgrund

Detta projekt är en vidareutveckling av ett tidigare arbete om restidsanalyser utfört inom LIP-projektet Markanvändning och Transporter för Gatukontoret vid Tekniska förvaltningen i Lund. Det arbetet syftade till att pröva restidsanalyser i GIS som ett sätt att utvärdera den fysiska planeringen ur trafikmiljösynpunkt och skapa underlag för ett stadsbyggande som ger mindre CO₂-utsläpp från trafiken. Restider räknades därför ut för cykel, bil och kollektivtrafik från Fagottgränd på Östra Torn till ett antal stora arbetsplatser och andra viktiga resmål inom tätorten Lund. Resultatet, som illustrerades i karta och tabell, ger möjlighet att jämföra de olika trafikslagens attraktivitet för de valda reserelationerna och ger underlag för fortsatt planering för bättre försörjning av alternativen till bil.

Slutsatserna var att GIS genom tack vare möjligheten att analysera ett stort antal reserelationer på en gång är ett kraftfullt hjälpmedel i arbetet med fysisk planering för hållbara transporter. Analyserna ger förståelse för hur stadens struktur påverkar tillgängligheten med olika trafikslag. De ger också möjlighet till illustrationer som beskriver förutsättningarna. Restidsanalyser presenterade i kartform kan bli ett strategiskt bidrag till de trafik-PM som idag är en del av detaljplaneprocessen.

För tätorten Lund är jämförelserna mellan restider för bil och cykel mest intressanta. Tack vare Lunds kompakta och cykelvänliga struktur är cykeln ofta ett attraktivt alternativ. Jämförelser med restider för buss däremot är inte lika upplyftande. Endast när start och mål ligger längs samma busslinje kan bussen ses som ett attraktivt alternativ.

En annan erfarenhet är att det är mycket som ska klaffa innan analyserna kan börja. Rätt programvaror ska finnas i rätt versioner och de ska dessutom kunna kommunicera med operativsystemet. Vidare ska data anpassas. Det är ett tidskrävande och krångligt arbete att skapa topologiskt konsistenta nätverk att göra analyserna i. Arbetet med att redigera cykelvägnätet fullföljdes därför inte för hela Lunds tätort utan endast för östra halvan. De analyser som genomfördes anpassades alltså till denna del av Lund.

Syfte

Det här projektet syftar till att vidareutveckla metoderna för restidsanalyser i GIS. Det gäller främst verktyg för digitalisering av nätverkstopologi, men även genomförandet av analyser och presentationsteknik för att kommunicera resultatet.

Vidare är avsikten att fortsätta arbetet med att analysera och jämför restider för cykel och bil för hela tätorten Lund. Däremot kommer jag inte att ta med restiderna för buss i detta projekt.

Metod

I sitt examensarbete Tillgänglighetsanalys med GIS presenterar Jessica Lyborg en metod att göra restidsanalyser (Lyborg 2000). I rapporten Två metoder för gemensam planering av bebyggelse och trafik är restidsanalyser en av metoderna (Trivector 2002). Min metod är inspirerad av dessa båda rapporter, men medan dessa främst syftar till att skapa underlag för kommunala planerare har jag även haft ambitionen att åstadkomma illustrationer som är så pass lättfattliga att de kan användas i kommunikationen med allmänheten.

Data – bilvägnät

Det digitala bilvägnätet med tillhörande data kommer från ett forskningsprojekt på Lunds tekniska högskola där Lunds kommun varit uppdragsgivare (Axelsson och Ericsson 2004). En databas över registrerade körmönster från Lunds tätort 1999-2001 har utnyttjats för att åstadkomma information om genomsnittlig körhastighet kopplad till varje väglänk i vägnätet. För vidare läsning om gatuklassindelning se nämnda rapport samt Ericssons doktorsavhandling (Ericsson 2000).

Utifrån dessa hastigheter har jag sedan lagt till ett fält med den tid i minuter det tar att köra varje länk. Det finns även ett fält med information om tillåten körriktning samt avstängda vägar. Information om trafikföreskrifter ("enkelriktningar") har inhämtats av trafikintendent Gert Faxler vid Tekniska förvaltningen i Lund.

Jag fick bilvägnätet i shapeformat. En kontroll av nätverkstopologin föranledde ett mycket litet antal justeringar, se avsnitt om topologiredigering nedan. Koordinatsystemet för bilvägnätet var RT 90 25 gon väst, varför jag transformerat till Lunds lokala koordinatsystem. Efter transformationen avviker skiktet ca 2 dm från kommunkartan. Jag bedömer det som fullt godkänt för mina tillämpningar, och lägger därför inte tid på att finna bättre transformationsparametrar.

Data – cykelvägnät

Det digitala cykelvägnätet består av objektklasserna vägar och gevägar ur Lantmäteriets digitala kommunkarta, Lunds lokala koordinatsystem (SKD augusti 2004). Formatet är geodatabas. Dessa data är skapade för att trycka kartor, och inte för att göra analyser i. Det innebär att vägarna är digitaliserade i vägmitt medan cykelvägarna är digitaliserade fram till vägkant, det vill säga några meter från vägmitt. Omfattande redigeringar har alltså krävts för att nätverket ska bli topologiskt korrekt, se avsnittet om topologiredigering nedan. Vägar som inte är tillgängliga för cyklister, som Motorvägen och Norra Ringen har tagits bort. Vid redigeringen har jag jämfört med kommunens tryckta cykelkarta för att veta vilka linjer som ska knytas ihop (Tekniska förvaltningen i Lund 2001). I vissa fall har jag hittat cykellänkar på den tryckta kartan som jag inte återfunnit i den digitala. Då har jag lagt till dem.

En annan brist är att många av de genvägar över kvartersmark som är helt självklara för cyklisten saknas i nätverket eftersom de inte funnits med i tryckta kartor. Det gäller till exempel cykelvägar genom bostadsområden, LTH, och Lundagård. Dessa saknade länkar går inte att digitalisera utan detaljkännedom om varje kvarter. I Kommunkartans objektclass markanläggning går det visserligen att se vilka markområden som utgörs av någon typ av gatemark etc, men det är ju långt ifrån säkert att cykeltrafik är tillåten överallt. Det är dock inte säkert att denna brist har någon avgörande inverkan på analyserna.

Även för cykelvägnätet har jag så lagt till ett fält för länkrestiden. För cykeltrafik känner jag dock inte till någon undersökning av hur hastigheten varierar i vägnätet. I stället har en snitthastighet på 17 km/h använts. Enligt Ljungberg är medelhastigheten för tätortscyklister i Sverige 16-17 km/h, medan snittet för enbart arbetsresor är 17 km/h (1987).

Ett hastighetsfält som tar hänsyn till gatuklass, liknande det som finns för bilvägnätet, skulle innebära en förbättring av metoden. För tätorten Lund kan antas att hastigheten är avsevärt lägre i den medeltida stadskärnan än i ytterområdena. Enligt Ljungberg har även cykellänkens beläggning inverkan på cyklistens hastighet (1987).

Liksom för bilvägnätet finns ett fält med information om tillåten körriktning och avstängda vägar. Trafikföreskrifterna är inte desamma som för bilister (Faxler).

Programvara för nätverksanalyser

Både Lyborg och Trivector gör analyserna i Network Analyst som är ett tillägg till ArcView. Detta finns inte för ArcGIS ännu varför analyserna är gjorda ArcView. Network Analyst accepterar både shape-format och ARC/INFO coverage. Jag har använt shape. Eftersom shape inte lagrar topologi skapas i samband med nätverkskörningarna en separat mapp med topologin för det analyserade nätverket. Denna sparas tillsammans med shape-filen.

Dessutom utnyttjas ett annat tillägg som möjliggör *multipel* nätverksanalys, det vill säga att det är möjligt att räkna på flera relationer samtidigt. Tillägget som heter SNP (Shortest Network Path) tillhandahålls av Klaus Neudecker och kan hämtas från ESRI:s officiella webbsida. För att använda Klaus Neudeckers script krävs förutom nätverket två punktskikt – ett med startpunkt(er) och ett med målpunkter. Resultatet blir ett skikt där tabellen redovisar alla analyserade relationer med information om startpunkt, målpunkt och kostnad (tid, längd eller annat).

Topologiredigering

Inom Lunds kommun är ArcGIS 8.3 det mest utbredda GIS-programmet. Programmet har en särskild verktygslåda för topologiredigering, men jag lyckades inte sätta de regler som krävs för att identifiera alla felaktigheterna i nätverket. Nätverksredigeringarna av cykelvägnätet gjordes därför ursprungligen i ArcView med hjälp av ett script som heter Edit Tools. Detta går att hämta från ESRI:s hemsida, men är inte gratis. Verktöget pekar ut de noder som slutar blint så att dessa kan redigeras om de egentligen ska kopplas till andra länkar i en korsning. Redigeringen sker med hjälp av de ordinarie redigeringsverktyg som finns i ArcView. In- och utzoomningen används flitigt för att kontrollera att inte någon extra brytpunkt eller litet linjesegment ligger och stör precis intill korsningen. Allteftersom noderna redigeras ger scriptet möjlighet att återigen analysera nätverket för att se att redigeringarna blev korrekta. Eftersom kommunkartan är i formatet geodatabas har jag först exporterat aktuella objektclasser till shape och kopierat dem till samma skikt.

Inom ramen för det här projektet har jag haft tillgång till ArcGIS 9 och har återigen letat efter möjligheter i verktygslådan för topologiredigering, den här gången med större framgång. För att kunna utnyttja topologiredigeringsverktygen krävs data i formatet geodatabas. I geodatabasen skapas ett objektdataset vari ingående objektclass(er) sparas. Sedan skapas en topologi i objektdatasetet. Topologin kan behandla en eller flera objektclasser som ligger i samma objektdataset och ger möjligt att ställa in klustertolerans, viktning vid flyttning av noder och framförallt vilka regler som gäller för topologin.

Jag har alltså skapat nya geodatabaser och exporterat mina respektive vägnät dit. Jag valde 0,5 m klustertolerans. Det innebär att alla objekt mindre än 0,5 m markeras så att de kan åtgärdas om så önskas. Eftersom jag endast har en ingående objektclass per topologi (mitt cykelvägnät och mitt bilvägnät) har jag ingen användning för viktningen. Vidare använde jag reglerna "Must not have dangles" för att hitta hängande ändar och regeln "Must not intersect or touch interior" för att hitta anslutningar/korsningar där inte alla linjerna bryts.

När topologin med ingående objektclasser läses in i ArcMap visas alla noder och linjer som bryter mot reglerna. I verktygsfältet för topologiredigering finns ett verktyg som talar om

vilken regel varje enskilt fel bryter mot och föreslår åtgärd för att redigera felet. Där finns också verktyg för att validera hela eller delar av topologin allteftersom redigeringen fortskrider. En del fel redigeras i ett steg, till exempel splittning av linjer med anslutningar/korsningar som inte sker i en nod. För en linje som inte når fram till en annan linje krävs dock först en förlängning eller snappning med efterföljande validering och sedan en splittning. Vid förlängning och snappning ges möjlighet att ställa in maximal förlängning/snappningstolerans. Jag har använt upp till tjugo meter. Det finns också möjlighet att markera ett topologifel som undantag. Felmarkeringen släcks då vilket ger god överblick över redigeringen. Min topologi innehåller ett stort antal undantag, i huvudsak bestående av återvändsgränder, och hängande ändar i utkanten av datas utbredning. Undantagen listas så att de kan kontrolleras i efterhand.

Linjefel som beror på att linjen är kortare än topologins klustertolerans åtgärdas genom att linjen tas bort. De anslutande linjerna snappas då samtidigt ihop så att ingen lucka bildas. Dubbla linjer åtgärdas genom subtraktion. För båda dessa feltyper går alltså redigeringen i ett steg.

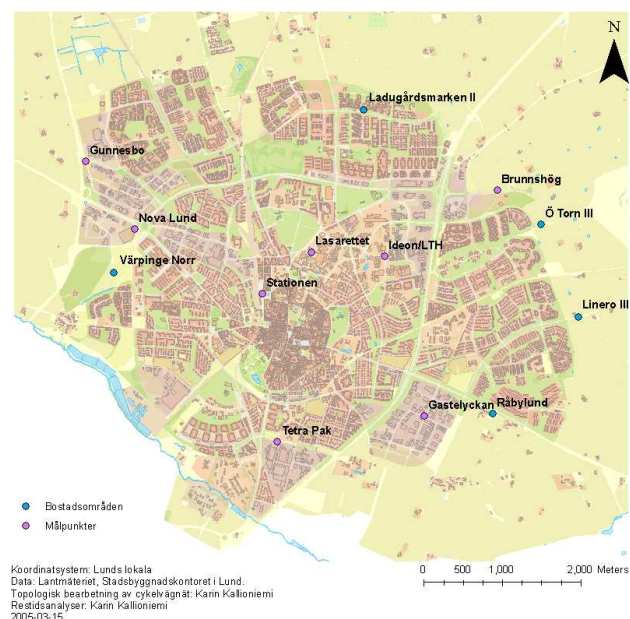
Vid oklarheter om huruvida en linje ska anslutas till en annan eller ej jämför jag med kommunens tryckta cykelkarta från 2001 (Tekniska förvaltningen i Lund 2001). I vissa fall har jag hittat cykellänkar på den tryckta kartan som jag inte återfunnit i den digitala. Då har jag lagt till dem.

Verktygslådan för topologiredigering innebär en avsevärd effektivisering jämfört med scriptet Edit Tools och ArcViews ordinarie redigeringsverktyg. Åtskilliga knapptryckningar sparas genom att redigeringsåtgärder föreslås och det blir helt obehövligt att granska de enskilda brytpunkterna för varje linje. Det är också möjligt att åtgärda flera objekt åt gången om de bryter mot samma regel.

Verktygslådan för topologiredigering går att använda på vanliga shapefiler och objektklasser utan topologi, men då är inte de verktyg jag nu beskrivit aktiverade. För att dessa ska aktiveras krävs att namnet på den sparade topologin finns i den vita boxen i verktygsfältet.

Restidsanalyser och resultat

Analyserna utgår från punkter (se Figur 1) som representerar bostadsområden och viktiga målpunkter i tätorten Lund. Av de valda bostadsområdena är det ett, Ladugårdsmarken II, som är inflyttat medan övriga planeras påbörjas de närmaste åren (Tekniska förvaltningen i Lund 2004 och 2005). Målpunkterna är i första hand de stora företagsområdena men även stationen, lasarettet och Nova Lund finns representerade.

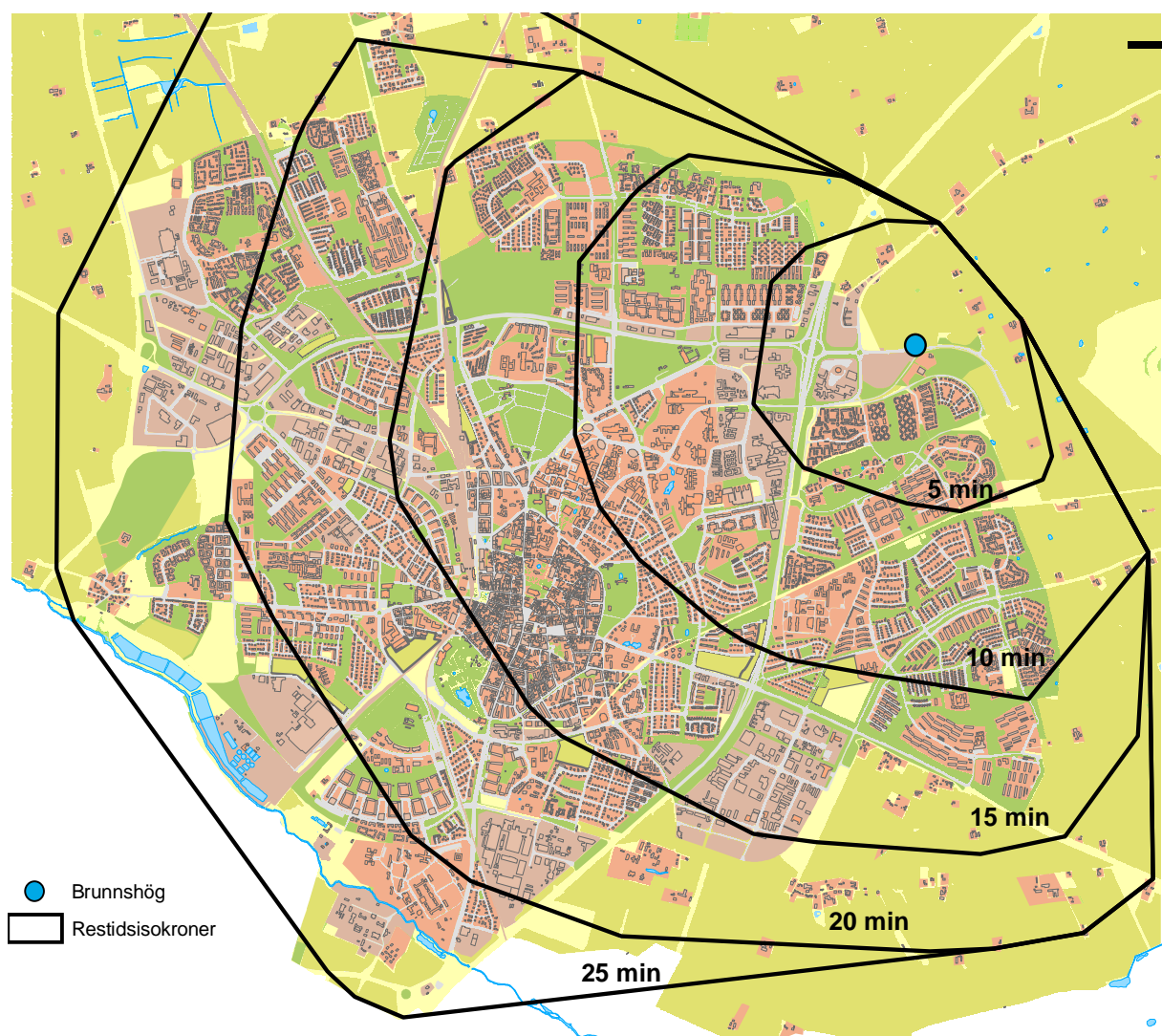


Figur 1 Valda start- och målpunkter

Cykelrestider – isokroner

Jag har arbetat med två typer av analyser och presentationer. Den första är restidsisokroner för cykelresor. Den går ut på att analysera hur långt från en given punkt du hinner ta dig i nätverket på en given tid. Resultatet visas som isolinjer och illustrerar tillgängligheten med cykel för den analyserade punkten (se Figur 2 och bilaga 1). Isokronerna redovisar endast ren körtid och inga tillägg görs för parkering. Tanken är att analysen ska kunna fungera både som underlag för kommunal planering och i kommunikation med allmänheten.

Analysen sker i ordinarie Network Analyst. Den analyserade punkten markeras i samband med analysen och sparas inte som ett eget skikt. Jag har därför antecknat koordinaterna för



Figur 2 Cykelrestider från Brunnsög redovisade som isokroner med fem minuters intervall

varje punkt så att jag kan utnyttja dem vid presentationen. Isolinjerna¹ analyseras en åt gången och sparas efterhand som egna shapefiler. Jag har valt fem minuters mellanrum mellan isolinjerna. Intervallet är valt för att ge tillräcklig precision utan att skapa så många linjer att presentationen blir svårläst. På 25 minuter nås hela Lund från alla punkter jag analyserat, utom Gunnesbo som inte nås från Linero III. När alla isolinjer skapats för en punkt har jag kopierat över dem till ett gemensamt isokronskikt för den punkten. Detta går tyvärr inte att göra underhand som analyserna genomförs eftersom redigeringsverktyget i ArcView inte ger möjlighet att kopiera ett objekt i ett skikt och klistra in det i ett annat, åtminstone inte så länge inte koordinatsystemet är definierat för alla ingående skikt. Sammanslagningen av isolinjer till ett skikt är därför gjord i ArcGIS och har tagit onödigt lång tid.

Ett försök gjordes att analysera bilvägnätet enligt samma modell och presentera resultatet tillsammans med cykelisokronerna. Resultatet av bilvägnätsanalysen blev dock inte särskilt intressant eftersom det för de flesta punkter räcker med 10 minuter, dvs två isokroner, för att nå hela Lund med bil. När de nya bilisokronerna lades in i samma karta som cykelisokronerna blev bilden också svårläst. Slutsatsen blir att det är bättre att fokusera på cykelresor och skapa innehållsrika presentationer över tillgängligheten med cykel.

Snabbaste resvägen – cykel och bil

Den andra analysen jag arbetade med var att söka upp snabbaste resvägen från en given startpunkt till de valda målpunkterna. De snabbaste resvägarna redovisas i kartform och kompletteras med en tabell som redovisar restiden i minuter för de båda trafikslagen. Restiderna illustreras också som staplar vid resmålet i kartan (se figur 3).

I restiden med bil ingår två minuter för att parkera bilen och gå från parkeringsplatsen till målpunkten. Hur stort tidspåslag som ska användas kan förstås diskuteras men två minuter är troligen ganska lågt räknat för flera av de valda målpunkterna. På en stor parkeringsplats kan inte alla parkera närmast entrén till målpunkten. Två minuter är dock det påslag som används av Lyborg (2000) och Trivector (2002). För cykelresor görs inga parkeringspåslag, eftersom cyklister ofta har möjlighet att parkera mycket nära själva målpunkterna.

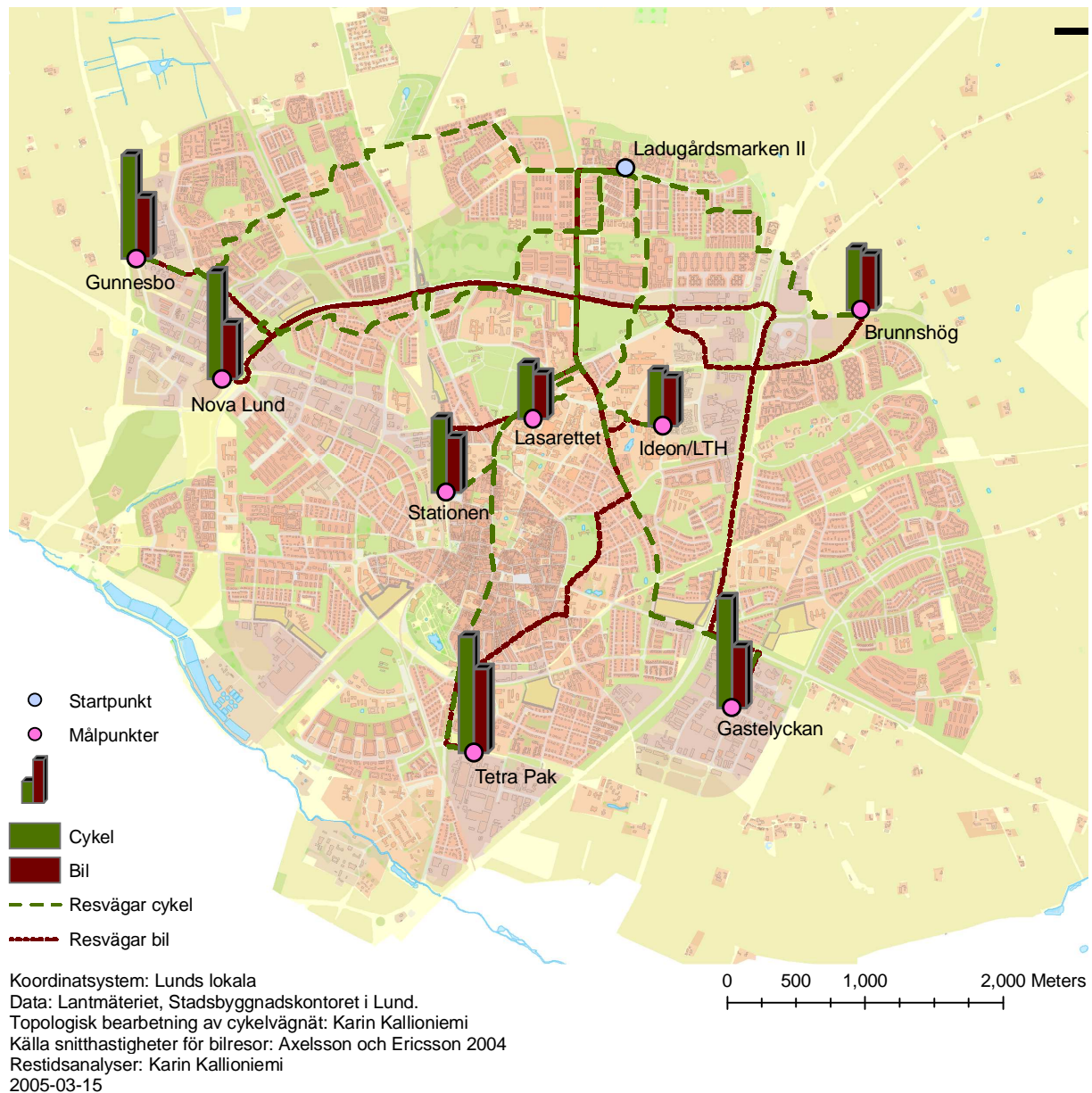
Analysen var tänkt att genomföras med vart och ett av de valda bostadsområdena som startpunkt, men på grund av oförutsedda brister i programvaran nöjer jag mig med att illustrera genomföra analysen för ett bostadsområde och på så vis exemplifiera vilket resultat analysen kan ge.

Scriptet Shortest Network Path gör det möjligt att analysera flera relationer samtidigt och sparar resultaten i en tabell, vilket effektiviserar analysen avsevärt jämfört med de möjligheter som erbjuds i ordinarie Network Analyst. Vid kontroll av de föreslagna resvägarna upptäcktes dock en brist – Shortest Network Path tar inte hänsyn till de angivna tillåtna körriktningarna. Detta syns tydligast i rondellerna (se figur 3). Den första tanken var att jag slarvat med attributen för vägnätet, men jag har kontrollerat dem. För säkerhets skull har jag testkört vägnätet i ordinarie Network Analyst för samma start och mål och då redovisas korrekt resväg. Slutsatsen blir att Shortest Network Path inte klarar av att läsa fältet för tillåten körriktning. En annan tanke ligger och gnager och det är att tillåten körriktning kanske läses

¹ Egentligen är det inte linjer utan polygoner som skapas vid analyserna. Det är dock som linjer jag utnyttjar dem och därför benämner jag dem konsekvent som linjer i rapporten.

Tabell 1 Restider (minuter) från Ladugårdsmarken II till viktiga målpunkter i Lunds tätort.

Målpunkt	Cykelrestid	Bilrestid	Restidskvot cykel/bil
Stationen	11.5	8.5	1.33
Nova Lund	16.5	8.5	1.92
Lasarettet	8.5	7.0	1.26
Ideon/LTH	8.5	7.5	1.21
Tetra Pak	18.0	13.0	1.38
Gastelyckan	17.0	9.5	1.81
Brunnshög	9.5	8.5	1.08
Gunnesbo	16.0	9.5	1.66



Figur 3 Snabbaste resvägarna med bil och cykel från Ladugårdsmarken II till viktiga målpunkter i Lunds tätort

omvänt av Shortest Network Path. Jag testar därför att göra analysen baklänges, det vill säga från målpunkterna till startpunkten. Nu visas rätt resväg i rondellerna, men nya okontrollerade fel uppstår.

Det skulle vara intressant att reda ut om och hur Shortest Network Path hanterar tillåten körriktning. Om det då visar sig att programmet inte klarar att hantera tillåten körriktning skulle det kunna vara en lösning att modifiera scriptet alternativt kontakta upphovsmannen och be om assistens. Den utredningen ryms dock inte inom detta projekt varför jag avbryter efterforskningarna och arbetar vidare med de föreslagna men felaktiga resvägarna.

De sparade filerna med snabbaste resväg för cykel och bil från den valda startpunkten läses sedan in i ArcGIS för vidare bearbetning av data. Tabellerna för cykelrestid och bilrestid förenas och nya bilrestider beräknas där tid för parkering ingår. Slutligen förenas restidstabellen med skiktet för målpunkter så att restiderna kan visas som staplar kopplade till respektive målpunkt.

Utility Network Analyst

ArcGIS 9 innehåller en verktygslåda för analys av ledningsnät, Utility Network Analyst. När Shortest Network Path inte klarar av de planerade analyserna testar jag även denna verktygslåda. För att göra nätverksanalyser i Utility Network Analyst krävs att jag först skapar ett geometriskt nätverk i en geodatabas som innehåller rätt objektklasser. Det går till på liknande sätt som när jag tidigare skapade min topologi. Det geometriska nätverket kan dock inte skapas i samma geodatabas som min topologi.

Det visar sig vara fullt möjligt att göra en analys av snabbaste resvägen mellan en startpunkt och en målpunkt i Utility Network Analyst, men det går bara att analysera en relation åt gången. Restiden för resan redovisas inte. Däremot markeras de ingående länkarna, och restiden kan jag alltså komma åt genom att summera tiden för ingående länkar i attributtabellen. Jag bedömer att jag inte har någon större nytta av denna verktygslåda.

Slutsatser – topologiredigering

Verktygslådan för topologiredigering innebär en avsevärd effektivisering jämfört med tidigare möjligheter för topologiredigering. Redigering med verktygslådan och föreslagna åtgärder

- går *snabbare* genom att åtgärder föreslås och det blir helt obehövligt att granska de enskilda brytpunkterna för varje linje. Det är också möjligt att åtgärda flera objekt åt gången om de bryter mot samma regel.
- kan genomföras *mer metodiskt konsekvent*. Samma åtgärd kan användas likadant på alla ställen som bryter mot samma fel.
- ger bättre överblick tack vare att återvändsgränder kan markeras som undantag.
- ger troligen ett vägnät med färre kvarvarande topologiska fel. Den bedömningen gör utifrån att jag funnit kvarvarande fel i de delar av cykelvägnätet jag tidigare redigerat topologiskt med andra verktyg.

Eftersom inte shape lagrar topologi genomförs redigeringen i geodatabasformat.

Slutsatser – analyser och presentationer

Restidsanalyser med isokroner ger en lättläst och överskådlig presentation av tillgänglighet med cykel. Resultatet blir allmängiltigt eftersom det visar restiden till varje punkt i kartan på fem minuter när från den analyserade punkten. Analyserna är lätta att genomföra men det tar tid att kopiera ihop de enskilda isolinjerna till ett komplett isokronskikt.

Restidsanalyser med snabbaste resväg ger möjlighet att lättfattligt presentera restider med både cykel och bil. Resultatet är inte lika allmängiltigt som isokronanalysen eftersom restiden visas endast till utvalda målpunkter. Å andra sidan ger analysen desto mer information om restid och resväg till dessa utvalda målpunkter. Om resultatet ska utnyttjas i kommunikation med allmänheten är det en god idé att kontrollera de föreslagna resvägarna så att inte någon rutt som är direkt olämplig ur trafiksäkerhetssynpunkt slinker igenom.

Scriptet Shortest Network Path visade sig inte riktigt klara av de planerade analyserna. Det hanterar tillåten köriktning på ett oförutsägbart sätt och ytterligare efterforskningar krävs för att vara säkra på att korrekta resvägar hittas. Under förutsättning att det lyckas är det dock mycket stor fördel att göra multipla nätverksanalyser jämfört med att analysera relationerna en och en i ordinarie Network Analyst.

Verktygslådan Utility Network Analyst i ArcGIS ger möjlighet att finna snabbaste resvägen men kan bara analysera en relation i taget. Restiden redovisas inte utan bara vilka länkar som ingår. Verktygslådan bedöms inte vara någon stor tillgång för restidsanalyser.

Både isokronmodellen och snabbast resväg-modellen ger resultat som kan fungera såväl som underlag för fysisk planering som i kommunikation med allmänheten.

Källförteckning

Axelsson Hanna och Ericsson Eva (2004): Miljöeffekter i form av CO₂-utsläpp på Lunds gatunät. Lund, Institutionen för Teknik och samhälle, Trafikplanering. Bulletin – Lunds tekniska högskola, Institutionen för Teknik och samhälle, Lunds universitet, 225.

Ericsson Eva (2000): Urban driving patterns – characterisation, variability and environmental implications. Bulletin 186, Ph D thesis, Institutionen för Teknik och Samhälle, Trafikplanering, Lund

Ljungberg Christer (1987): Cykeltrafik – en kunskapsöversikt. Byggforskningsrådet, Rapport 78:1987, Stockholm

Lyborg Jessica (2000): Tillgänglighetsanalys med GIS. En undersökning av tillgången till potentiella arbetstillfällen med tre transportmedel i Växjö. LUMES, Lund

Tekniska förvaltningen i Lund (2001): Cykla i Lund, cykelkarta

Tekniska förvaltningen i Lund (2004): MBP 2005-2007 med utblick mot 2009. Mark- och bostadsförsörjningsprogram för Lunds kommun antaget av kommunfullmäktige den 27 maj 2004

Tekniska förvaltningen i Lund (2005): Remissförslag till MBP 2006-2008 med utblick mot 2010.

Trivector (2002): Två metoder för gemensam planering av bebyggelse och trafik. Rapport 2002:33. Trivector Traffic, Lund

Muntliga källor

Trafikintendent Gert Faxler, Gatukontoret, Tekniska förvaltningn i Lund.