

Skolskjutsplanering med hjälp av GIS- en fallstudie i Kristianstads kommun

Cecilia Pihl

Avdelningen för fastighetsvetenskap
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet

Department of Real Estate Science
Lund Institute of Technology
Lund University, Sweden

ISRN/LUTVDG/TVLM 08/5171 SE

Titel:

Skolskjutsplanering med hjälp av GIS: en fallstudie i Kristianstads kommun

Författare:

Cecilia Pihl, Lunds Tekniska Högskola

Handledare:

Lars Harrie, GIS-centrum, Lunds Universitet

Mikael Grimheden, Stadsbyggnadskontoret, Kristianstads kommun

Examinator:

Klas Ernard Borges, Avdelningen för Fastighetsvetenskap, Lunds tekniska högskola

Opponent:

Kristian Bergstrand, Lunds Tekniska Högskola

Sökord: GIS, skolskjutsplanering, nätverksanalys

Keywords: GIS, school transport planning, network analysis

Copyright © Cecilia Pihl
Avdelningen för Fastighetsvetenskap, Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet
Box 118
221 00 Lund
Sverige

ISRN/LUTVDG/TVLM 08/5171 SE

Förord

Examensarbetet har genomförts som avslutning på civilingenjörsutbildningen till lantmätare med inriktning mot teknisk geomatik. Arbetet som omfattar 20 poäng har genomförts på Stadsbyggnadskontoret i Kristianstads kommun och har resulterat i denna rapport på Avdelningen för Fastighetsvetenskap vid Lunds Tekniska Högskola.

Först och främst vill jag tacka mina handledare, Lars Harrie på institutionen för Fastighetsvetenskap på Lunds tekniska högskola och Mikael Grimheden på Stadsbyggnadskontoret i Kristianstads kommun för utmärkt handledning, stöd och support. Jag vill även rikta ett stort tack till Britta Duve på Stadsbyggnadskontoret i Kristianstads kommun för all hjälp och stöd under examensarbetets gång.

Ett stort tack till Per-Åke Harrysson och Börje Andersson på Barn- och utbildningsförvaltningen samt till Gerth Roos och Bengt Roos på Stadsbyggnadskontoret i Kristianstads kommun som har tagit sig tid att besvara alla mina frågor

Jag vill även tacka övrig personal på Stadsbyggnadskontoret i Kristianstads kommun för att ni verkligen gjort allt för att göra min första tid hos er till mycket trevlig tid. Inte en dag har gott utan att jag fått mig ett hjärtligt skratt.

Slutligen vill jag tacka mina vänner och familj för allt stöd, värdefulla synpunkter och korrekturläsning.

Lund, augusti 2008

Cecilia Pihl

Sammanfattning

Kommuner har en skyldighet att tillhandahålla skolskjuts för de grundskoleelever som går i anvisad skola med hänsyn till färdvägens längd. I många av kommunerna utförs skolskjutsplaneringen i dagsläget manuellt av ansvarig planerare. Många timmar går åt för att få fram vilka elever som är skolskjutsberättigade.

Detta examensarbete syftar till att ta fram ett verktyg för att optimera skolskjutsplaneringen i Kristianstads kommun med hjälp av GIS. Målet med examensarbetet är att samla alla elever som är skolskjutsberättigade i en och samma databas. Detta mål uppfylls med hänsyn till längd från elevens hem till deras skola.

Skolskjutsplaneraren har det övergripande ansvaret för att planeringen av skolskjutsen fungerar. I dagsläget sköts all planering manuellt. I examensarbetet har en modell för att sköta skolskjutsplaneringen med hjälp av GIS införts. Modellen bygger på nätverksanalyser, som används för att få fram vilka elever som är berättigade till skolskjuts.

Det finns brister i modellen som gör att de elever som ska vara skolskjutsberättigade med hänsyn till trafikförhållande inte finns med i den samlade databasen. Bristerna beror på att det vägnät de skolskjutsberättigade eleverna tagits fram från inte är komplett klassificerat. Att vägarna i vägnätet som används i projektet inte är klassificerade har ställt till med en del bekymmer. Bussar ska enligt en ruttplanering köra på cykelvägar eller för smala vägar. Elevers kortaste väg till skolan kan gå över en motorväg och därmed göra att de inte blir skolskjutsberättigade. I examensarbetet beskrivs därför teori bakom trafikplanering och datakvalitet för att veta hur resultatet av en analys ska tolkas. Det är viktigt att veta vad det är för kvalitet på indata som används i en analys och att veta hur väl modellen som används för analysen avspeglar verkligheten. Är inte indata bra spelar det ingen roll hur bra analysmetoden är för resultatet kommer inte att bli bättre än kvaliteten på indata. Det är också viktigt att ha en trafikplanerare som kan tolka resultatet av analyserna och som har erfarenhet och god kunskap om det område som planeringen ska ske i.

Det viktigaste i planeringen av skolskjuts är inte att kortast eller snabbast väg uppfylls utan säkerhetsaspekten. För att få säkerheten att bli mer framträdande måste bristerna i data och datakvalitet i projektet åtgärdas. Detta kommer att ske då vägnätet som används får en mer fullständig klassificering av data.

I examensarbetet görs en jämförelse mellan utvalda befintliga busslinjer för skolskjuts och ruttplaneringsverktyget *Transportation Managers* rutter för samma hållplatser. Resultatet blev att de befintliga rutterna gav bäst resultat, eftersom vägnätet inte är komplett klassificerat vilket gör att bussarna skulle behöva köra på för smala vägar och behöva vända mitt på hårt trafikerade vägar. Även här är det viktigt med en trafikplanerare som tittar på resultatet, särskilt när indata inte har lika hög kvalitet som man kunde önska.

För att visa ut resultaten som kommer ut med hjälp av ruttplaneringsverktyget har ett kommando i kommunens GIS-verktyg *GeoMedia Professional* utvecklats. Kommandot är till för att skolskjutsplaneraren ska kunna använda sig av ett GIS-verktyg utan att behöva ha stora kunskaper i GIS. Skolskjutsplaneraren ska med några få knapptryckningar kunna få fram det som är viktigt för själva planeringen av skolskjuts, utan att behöva veta hur kommandot sköter allt i bakgrunden. Kommandot ska sköta allt oavsett om det handlar om att ställa komplicerade frågor mot data eller bara lägga till ett objekt i legenden och i kartan.

För att andra än skolskjutsplaneraren ska kunna ta del av resultaten har en webbapplikation utvecklats. Webbapplikationen visar endast fördefinierade frågor och är till för att visa upp vad som gjorts i projektet för skolskjutsplaneraren, men även för att visa upp till exempel

skolskjutszoner, hållplatser och bussrutter för elever och deras föräldrar. Att kunna visa upp dessa saker i en webbapplikation är för att elever och föräldrar ska kunna få kunskap i hur de faktiska förhållanden ser ut när det gäller skolskjuts. Kunskapen kan sen användas för att kunna påverka hur planeringen av skolskjuts ser ut. Med kunskap finns möjligheten att påverka och möjligheten att påverka är en demokratisk rättighet.

Summary

Every municipality in Sweden is responsible for school transport for all pupils in compulsory school depending on the length between the pupils' home and their school. The school transport is currently being made manually by the responsible planner, and it takes many hours to determine all the pupils that are entitled to school transport.

This master thesis aims to create a tool to optimize the planning of school transport in the municipality of Kristianstad with help from GIS. The goal with the master thesis is to collect all pupils entitled to school transport in one assembled database. The goal should be fulfilled with consideration of the length from the pupils' home to their school.

The planner of school transport is in charge of the comprehensive planning and has to make sure the school transport is working. Today the planning is all made manually. In this master thesis a model to perform the planning for school transport with help from GIS has been introduced. The model is built on network analysis that is being used to determine which pupils are entitled to school transport.

There are shortcomings in the model causing pupils who should be entitled to school transport due to traffic conditions not to be included in the assembled database. This is because of the road network, where the pupils entitled to school transport are assembled from, is not fully classified. The fact that some of the roads being used in the project are not classified has led to a few problems. For example there are buses that are supposed to drive on bike roads or too narrow roads. The shortest path to school for a pupil could mean they have to cross a highway and therefore not get entitled to school transport. This master thesis describes the theory of traffic planning and how quality of data shall be used to interpret the result of an analysis. It is important to know the quality of the data used in the analysis and to know how well the model that is being used reflects the reality. If the in data used in the analysis has bad quality it does not matter how good the method of the analysis is, because the quality is not getting any better than the data being used. It is also important to have a traffic planner that knows how to interpret the result of the analysis and that has experience and good knowledge of the area being planned.

The most important aspect in planning of school transport is not to find the shortest or fastest path; it is to fulfill the safety aspect. To get more focus on security, the flaws in data and quality of data must be taken care of. This will be done when the road network is fully classified.

In the master thesis there is a comparison between some existing bus routes for school transport and the routes made from the same bus stops by the route planning tool *Transportation Manager*. The result shows that the existing routes give the best result. Due to missing classification in the road network some bus routes passes narrow roads or has to turn at a busy road. This shows that it is still important to have a traffic planner that checks the result; especially when the data being used does not have as good quality as one would wish.

To present the results a command in *GeoMedia Professional*, the GIS tool of the municipality of Kristianstad, has been developed. The command will help the planner of school transport to use a GIS tool without much knowledge in GIS. The planner can with a few pushes see what is important for the planning of school transport without knowing in detail how the command executes the query in the background. The command takes care of everything, no matter if it is about asking complicated questions or just to add an object to the legend entry and in the map.

To allow other persons than the planner of school transport to take part of the results a web application has been made. The web application only shows predefined questions and shows

what is been made in the project to the planner, but can also be used to show bus stops and bus routes for pupils and their parents. The possibility to show these things in a web application enables pupils and their parents to get knowledge of the real circumstances of school transport. The knowledge can then be used to influence the planning of school transport. With knowledge there is the possibility of influence and the possibility of influence is a democratic right.

Innehållsförteckning

FÖRORD

SAMMANFATTNING

SUMMARY

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	1
1.3	AVGRÄNSNINGAR	1
1.4	RAPPORTENS STRUKTUR	2
2	SKOLSKJUTS	3
2.1	KRISTIANSTADS KOMMUNS NUVARANDE SKOLSKJUTSPLANERING	3
2.2	BARN OCH UNGDOMARS RÄTTIGHETER I SAMBAND MED SKOLSKJUTS	4
2.3	SKOLSKJUTSENS HISTORIA	4
3	METOD FÖR SKOLSKJUTSPLANERING	7
3.1	TRAFIKPLANERING I SAMHÄLLET	7
4	GIS OCH DATABASMODELLERING	11
4.1	ALLMÄNT OM GIS	11
4.2	LAGRING AV GEOGRAFISKA DATA	12
4.3	RUTTPLANERING	13
	<i>Nätverksanalys</i>	14
	<i>Dijkstra's algoritim</i>	14
	<i>Klassiska ruttplaneringsproblemet</i>	16
4.4	HANDELSRESANDEPROBLEM	17
4.5	TIDSRESTRIKTIONER	18
5	TEORI OM DATAINSAMLING	19
6	JURIDISKA ASPEKTER	21
6.1	PERSONUPPGIFTLAGEN	21
6.2	LAGEN OM LANDSKAPSPINFORMATION	21
6.3	SEKRETESSLAGEN	21
6.4	TRYCKFRIHETSFÖRORDNINGEN	21
7	DAGENS SYSTEM FÖR SKOLSKJUTSPLANERING	23
7.1	ÄNGELHOLMS KOMMUN	23
7.2	VÄXJÖ KOMMUN	23
7.3	ÖSTRA GÖINGE KOMMUN	24
7.4	KOMMERSIELLA SKOLSKJUTSSYSTEM	24
8	BAKGRUND TILL STUDIEN	25
8.1	FÖRSTUDIE	25
8.2	UPPDRAGSGIVARE	25
8.3	ANVÄNDARE	25
9	TEKNISK MILJÖ I STUDIEN	29
9.1	DATABASMODELLERING	29
	<i>Skolskjutsdatabas</i>	29
	<i>Elevdatabas</i>	30
	<i>Vägdatabas</i>	30
9.2	VERKTYG	31
	<i>GIS-verktyg</i>	31
	<i>Ruttplaneringsverktyg</i>	31

10	EGEN PROGRAMUTVECKLING.....	35
10.1	KOMMANDO MED HJÄLP AV VISUAL STUDIO 2005	35
10.2	WEBBAPPLIKATION	37
11	JÄMFÖRELSE MED FÖRSTUDIE	41
11.1	JÄMFÖRELSE MELLAN FÖRSTUDIE OCH HUR DET BLEV.....	41
	<i>Insamling av data</i>	41
	<i>Grundläggande funktioner</i>	41
11.2	BESLUTSPROCESS	44
12	DISKUSSION	49
12.1	PROBLEM UNDER ARBETETS GÅNG	49
12.2	REKOMMENDATIONER FÖR FRAMTIDEN.....	50
13	SLUTSATSER.....	51
	REFERENSER.....	53
	APPENDIX A	

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Sveriges kommuner har skyldighet att tillhandahålla kostnadsfri skolskjuts för grundskoleelever, med hänsyn till bland annat färdvägens längd och trafikförhållande (SFS 1985:1 100). Rätten till skolskjuts är även beroende av vilken årskurs eleven går i och skolvägens säkerhet. Styrelsen för skolväsendet ska tillsammans med ansvarig kommunal nämnd, polismyndighet och väghållare ansvara för att skolskjutsens färdväg och hållplatser ordnas på ett säkert sätt (SFS 1970:340).

I hela Sverige åker mellan 250 000 och 290 000 grundskoleelever dagligen skolskjuts mellan hemmet och skolan (Prop. 2005/06:160). I Kristianstads kommun är antalet skolskjutselever cirka 2 000. Barn- och utbildningsförvaltningen är ansvarig för skolskjutsen och utför den med hjälp av 17 egna bussar och taxibeställningstrafik (Kristianstads kommun 2007). Bussarna kör enligt ett antal fördefinierade rutter för att hämta upp eleverna vid deras hållplatser. Idag utförs skolskjutsplaneringen manuellt av ansvarig planerare på Barn- och utbildningsförvaltningen, men med ett visst datorstöd, i form av Excel och en elevdatabas, innehållande information om bland annat elever och deras adresser.

För några år sedan uppkom tanken om ett IT-stöd för planering av kommunens skolskjuts, med en mer automatiserad planering. Efter upphandling togs kontakt med Stockholmsbaserade konsultföretaget Astando, vilket i samarbete med personal från Stadsbyggnadskontoret och Barn- och utbildningsförvaltningen tog fram en förstudie angående IT-stöd för skolskjuts. Förstudien tar upp vilka användningsfall Barn- och utbildningsförvaltningen vill nyttja IT-stödet till. Tanken med IT-stödet är att det ska användas till att bland annat skapa och visa skolskjutszoner, simulera lämpliga rutter för skolbussarna och tilldela en hållplats till varje elev. Med ett IT-stöd kan en mer objektiv bedömning av vilka elever som har rätt till skolskjuts göras. Förstudien anger vilken information som behövs från kommunens olika databaser och vilka specifika tekniska problemställningar som finns. Förstudien består av två etapper. I första etappen ingår bland annat att få fram vilka elever som är skolskjutsberättigade, visa upp hållplatser i en karta och att ta fram bästa väg förbi alla hållplatser i en rutt.

Denna studie behandlar delar av första etappen. Där ingår att skapa funktioner som kan användas i GeoMedia Professional, vilket är kommunens GIS-verktyg.

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att ta fram ett verktyg för att optimera skolskjutsplaneringen i Kristianstads kommun med hjälp av GIS, utifrån den förstudie Kristianstads kommun tidigare har beställt. Metodiken ska vara generell och vara möjlig att tillämpa i andra kommuner. Examensarbetets mål är att ta fram ett verktyg för att söka ut skolskjutsberättigade elever i kommunen och samla dem i en databas. Målet är också att göra en jämförelse mellan utvalda befintliga busslinjer och ruttplaneringsverktyget Transportation Managers rutter för samma hållplatser samt att implementera ett kommando i GIS-verktyget GeoMedia Professional.

1.3 Avgränsningar

I GIS-stödet för skolskjuts finns vissa elever som inte behandlas:

- Adresskyddade personer sköts utanför systemet.
- Växelvis boende sköts utanför systemet.

1.4 Rapportens struktur

Rapporten är uppdelad i en teoridel och en praktisk del.

Teoridelen består av sex kapitel och börjar med en beskrivning av hur den nuvarande skolskjutsplaneringen ser ut i Kristianstads kommun för att därefter behandla skolskjutsens historia och barn och ungdomars rättigheter i samband med skolskjuts.

I tredje kapitlet diskuteras teori bakom trafikplanering, vilka värderingar en resenär har när det gäller kollektivtrafik och hur en beslutsprocess kan gå till.

Fjärde och femte kapitlet behandlar geografiska informationssystem, nätverksanalys, lagring av geografiska data och kvalitetsbestämning av data.

Sjätte kapitlet berör juridiska aspekter som är intressanta när det gäller skolskjutsplanering med hjälp av GIS. Därefter finns en beskrivning av hur andra sydsvenska kommuner har löst skolskjutsplaneringen med detta stöd och en kort beskrivning av några GIS-företags existerande ruttplaneringssystem.

Den praktiska delen inleds med kapitel åtta med en bakgrund till studien samt uppdragsgivarens och användarens roll i projektet. I kapitel nio beskrivs den tekniska miljön i studien, vilka databaser och verktyg som används i projektet.

Kapitel tio och elva innehåller en redogörelse för vilka applikationer som gjorts i projektet och en jämförelse mellan befintliga bussrutter och rutter framtagna med hjälp av projektets ruttplaneringsverktyg.

I diskussionen i kapitel tolv diskuteras de problem som uppstått under projektet och framtida möjligheter för ruttplanering och GIS-stöd i andra kommunala sektorer.

2 Skolskjuts

2.1 Kristianstads kommuns nuvarande skolskjutsplanering

Kristianstads kommun är belägen i nordöstra Skåne och har knappt 80 000 invånare. I grundskolan går det cirka 8 300 elever, varav cirka 20 % får skolskjuts varje dag (Kristianstads kommun 2007).

I kommunen finns nio förvaltningar, varav Barn- och Utbildningsförvaltningen och Stadsbyggnadskontoret är de förvaltningar som berörs i detta examensarbete.

Kommunen har skyldighet att tillhandahålla kostnadsfri skolskjuts för de grundskoleelever som med hänsyn till bland annat färdvägens längd och trafikförhållande inte kan ta sig till skolan på ett säkert sätt. Väljer eleven att gå i annan grundskola än den som kommunen valt till dem är kommunen inte skyldig att erbjuda skolskjuts (SFS 1985:1 100). Elever med fritidshemsplacering har inte rätt till skolskjuts de dagar de är fritidshemsplacerade (Harrysson 2007).

I Kristianstads kommun har man antagit följande policy för minimiavstånd mellan skola och elevens hem för att få rätt till skolskjuts:

- 1 500 m för åk 0-1
- 2 500 m för åk 2-3
- 3 000 m för åk 4-6
- 4 000 m för åk 7-9

Elever kan få ta sig ett visst avstånd till närmaste hållplats. För årskurs 0-1 är det 1 500 meter, för årskurs 2-3 är det 2 500 meter och för övriga årskurser 3 000 meter (Kristianstads kommun, 2007). En elev får vara max 50 minuter på bussen, enkel riktning.

Skolskjutsplaneraren sitter på Barn- och utbildningsförvaltningen och har det övergripande ansvaret för skolskjutsplaneringen i kommunen. Varje skola lägger in vilka elever som är berättigade till skolskjuts i elevdatabasen, men i många fall blir det fel och skolskjutsplaneraren måste gå igenom de tveksamma fallen. Skolskjutsplaneraren har genom sin erfarenhet en uppfattning i de flesta fall om vilka elever som bor på sådant avstånd att de har rätt till skolskjuts. I de fall som är än mer tveksamma, använder han sig av ett enkelt ruttplaneringsverktyg som finns på kommunens hemsida. Här måste planeraren gå igenom varje enskild elev, vilket tar tid. De verktyg som finns för detta på kommunens hemsida, eller liknande verktyg på exempelvis Eniros hemsida, bygger på olika vägnät. Mätningar som görs för att bestämma avståndet mellan elevens hem och skola kan därför få skilda resultat beroende på vilket vägnät analysen bygger på. Det kan göra att beslutet om skolskjuts blir olika beroende vilket vägnät mätningen utförs på.

Skolbussrutterna är planerade sedan länge av skolskjutsplaneraren. Rutterna ser i de flesta fall olika ut för varje dag och beroende på om det är en förmiddags- eller eftermiddagstur. Nya elever som blir berättigade till skolskjuts, och som inte har en befintlig hållplats i närheten av hemmet, får oftast en ny hållplats utplacerad vid närmsta stora väg. För de nya hållplatserna måste alla rutter som berör den nya hållplatsen planeras om. I de flesta fall ligger de nya hållplatserna redan på den gamla rутten, men det tar tid att gå igenom varje rutt och se om den

behöver planeras om. Förhoppningen med ett GIS-stöd är att kunna optimera dessa rutter och göra en jämförelse med hur de gamla rutternas ser ut för att se vilket som är bäst (Harrysson, 2007).

2.2 Barn och ungdomars rättigheter i samband med skolskjuts

I FN:s konvention om barnets rättigheter, som Sverige har ratificerat, slås det fast att barn ska ha rätt till åsikter över beslut som rör dem. Konventionen har lett till propositioner där regeringen säger att barns inflytande på frågor angående samhälls- och trafikplanering ska stärkas (Prop. 1997/98:182). Barn och ungdomar har rätt till en trygg och säker miljö för att de ska kunna röra sig fritt i sina närområden och till och från hållplatsen.

Eleverna och deras föräldrar bör ha medinflytande på hur deras trafikmiljö ser ut. Enligt undersökningar har många av elever och föräldrar ingen kunskap i hur de kan påverka myndigheterna till förändringar i trafikmiljön. För att kunna få medinflytande måste de först ha kunskap hur de faktiska förhållandena ser ut (Gummesson, 2003a). Möjligheten att påverka är en demokratisk rättighet. Följande text är tagen ur *Regeringens skrivelse 2001/02: 166, avsnitt 11.2.3*:

”En viktig förutsättning för att demokratin skall vara hållbar är att den förankras bland barn och ungdomar samt att deras deltagande i samhället utvecklas och uppmuntras. En prioriterad fråga framöver är således att utveckla metoder för att ta till vara och uppmuntra barns och ungas engagemang”.

Här skulle utvecklingen av en ruttplaneringsmotor för skolskjuts vara en av de metoder som hjälper till att ta tillvara på barn och ungdomars engagemang i samhället. De kan på så sätt få veta hur rutternas för skolskjutsen ser ut varje dag och vid olika tidpunkter. Genom att kunna visa rutternas på en hemsida med hjälp av GIS får de kunskap om hur varje rutt är lagd och kan på så sätt komma med kritik. I dagsläget finns ingen samlad kunskap i Kristianstads kommun om hur varje rutt ser ut vid olika tidpunkter, utan det är de enskilda förarna och skolskjutsplaneraren som har den kunskapen (Harrysson, 2007).

Kommunen ska ansvara för att varje hållplats som finns för skolskjuts ska vara anordnad på så sätt att olyckor i möjligast mån undviks (SFS 1970:340). Enligt nationella undersökningar som gjorts har en majoritet av förarna i skolbussar möjligheter att påverka hur rutternas ska se ut och var hållplatser ska placeras. Detta kan vara viktigt för säkerheten för skolskjutsen. Föraren är den som har störst kunskap om hur det verkligen ser ut på vägarna där barnen ska gå på och av bussen (Gummesson, 2003a). Värt att tänka på är att det inte bara är avståndet som ska vara avgörande när det gäller barns rätt till skolskjuts utan även trafikmiljön spelar in, där farliga vägar mellan elevens hem och skolan spelar en viktig roll (SFS 1985:1 100).

Tidsplaner bör finnas med tidigast tid för skolbussens avgång från hållplats. När det gäller väntetid vid hållplatserna bör den vara så liten som möjlig för att minska risken för olyckor (Sörensen, 2002). Väntetiden i samband med undervisningens början och slut på dagen bör vara så liten som möjligt. Idag finns det inga krav för hela Sverige hur lång väntetid ett barn maximalt bör ha, utan det är upp till den enskilda kommunen att besluta om riktlinjer för detta (Gummesson, 2003a).

2.3 Skolskjutsens historia

I mitten av 1800-talet började folkskolan breda ut sig i Sverige. Det skulle finnas en skola i varje stadsförsamling och socken. Regeringen beslutade om statsbidrag för att få fler skolor ute i byarna för att elever med för lång väg skulle kunna ta sig till skolan. Ändå var det så att

många elever hade en lång väg att gå eller för långt att överhuvudtaget ta sig till skolan, vilket ledde till att deras skolgång blev ojämn. Lång väg till skolan och fattigdom var de största hoten mot barnens skolgång. Eftersom det inte fanns någon skolskjuts på 1800-talet var det enda alternativet för de som bodde långt från skolan att gå.

Införandet av skolskjuts blev en viktig del för beslutet om skolor med heltidsläsande elever. Ungefär samtidigt som första världskrigets början ville man att skolor med heltidsläsande elever skulle bli normen och att få bort skolor med halvtidsläsande elever sågs som ett viktigt steg i utvecklandet av demokratin. Skolor med heltidsläsande elever skulle innebära att man centraliserade skolorna och att en del elever fick en lång väg till skolan. Riksdagen bestämde 1926 om att statsbidrag skulle utgå för skolskjuts för de elever som hade en lång eller svår väg till skolan. Med skolskjutsens införande blev besparingarna för skolorna betydande. När skolorna blev färre och fler barn gick på varje skola, förbättrades kvaliteten på undervisningen och man kunde få mer hygieniska och pedagogiska skolutrymmen. Eftersom staten betalade en stor del av skolskjutsen i form av statsbidrag fanns ingen direkt anledning för skolorna eller kommunerna att effektivisera planeringen av skolskjutsarna. Dessutom kunde priserna för lika långa sträckor i olika kommuner vara mycket varierande beroende på hur konkurrensställningen såg ut i kommunerna. Inte heller här var kommunerna särskilt intresserade av att göra något åt detta med tanke på att staten betalade den största delen.

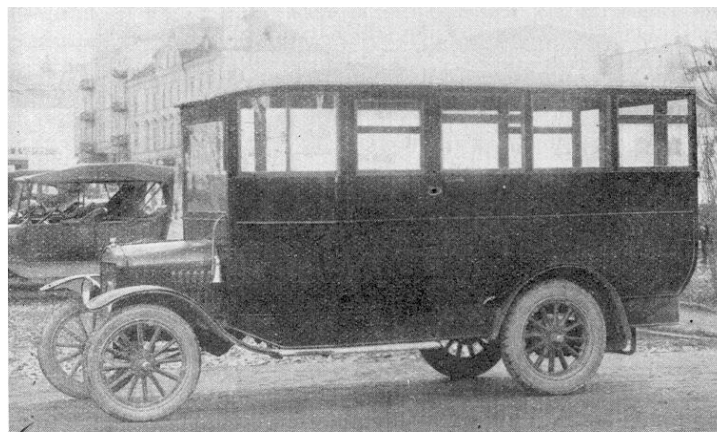


Fig. 716. Ford-omnibus från år 1921.

Figur 2.1. Skolbuss från 1921. Källa: Gummesson, 2003b, s.13

Flera utredningar gjordes under åren för att undersöka möjligheterna att minska på statsbidragen, för att på så sätt få kommunerna att effektivisera skolskjutsplaneringen. År 1966 avvecklades slutligen statsbidraget för skolskjuts, samtidigt som förordningen om det kommunala skatteutjämnningssystemet började gälla. Med skattereformen skulle kommunerna själva ansvara för betalning av skolskjuts genom pengar från skatteutjämnning mellan kommunerna, istället för att få ett riktat bidrag.

På 1950-60-talen gjordes undersökningar angående hur skolskjutsen påverkade elevernas prestationer i skolan. En undersökning gjordes i ett område i Norrland, med syfte att se om det fanns några skillnader i prestationerna mellan elever med och utan skolskjuts. De kom fram till att elever vars skolskjuts tog mindre än 75 minuter enkel väg inte påverkade deras prestationer nämnvärt. En annan undersökning år 1968 gav resultatet att skolskjutsen visst inverkar på elevernas resultat. Elever med skolskjuts hade märkbart lägre prestationer än de utan skolskjuts. I andra betänkanden togs det upp att restiden tog viktig tid från eleven som annars kunde ha använts till egen fritid, lek med kamrater och tid med familjen.

På slutet av 1970-talet gjordes en enkätundersökning i Kristianstads kommun angående elevers tankar och upplevelser av skolskjuts. Resultatet visade att eleverna i vissa fall kunde få ta sig till skolan i flera olika steg. Först cykel till skolskjutshållplats, där taxi hämtade upp dem och skjutsade dem till skolbusshållplatsen. För de elever som gick på tidigt på rundan kunde restiden bli väldigt lång. Dessa undersökningar kan ses i beaktande av SOU 1969:27 där utredaren menar att det viktigaste att ta hänsyn till i skolskjutsplaneringen är elevens rätt till korta väntetider och restider. Försök har gjorts för att effektivisera skolskjutsningen eftersom kostnaderna har varit och fortfarande är höga (Gummesson, 2003b).

3 Metod för skolskjutsplanering

3.1 Trafikplanering i samhället

De flesta människor bor, arbetar och har fritidsaktiviteter på skilda platser, vilket innebär att de på något sätt måste ta sig mellan platserna. Transporterna mellan platserna kallas med ett gemensamt begrepp för trafik. Genom en väl genomförd trafikplanering går det att få trafik som utförs på ett effektivt, säkert och resurssnålt sätt. Traditionellt har trafikplanering som syfte att ge ekonomiska, tekniska och tidsmässiga vinster (Holmberg & Hydén, 1996).

Riksdagen har enligt 1988 års trafikpolitiska beslut satt upp ett övergripande mål för trafikförsörjning som ska ”erbjuda medborgarna och näringslivet i landets olika delar en tillfredställande, säker och miljövänlig trafikförsörjning, till lägsta möjliga samhällsekonomiska kostnader” (Bet. 1992/93:TU35).

Planerare måste ha god kunskap om den miljö och område som ska organiseras för att kunna göra ett så bra planeringsarbete som möjligt. Utifrån planeringsteorier går det att urskilja flera teoretiska positioner, varav rationell planering är en. Enligt den rationella planeringsmodellen bestämmer beslutfattarna målen, vilka sen genomförs av professionella planerare. I teorin går det att med en enda plan uppfylla alla mål som är uppställda, medan det i praktiken är svårt att med en enda plan få alla mål som är uppställda att lyckas. Detta innebär att planeraren ofta har alternativa planer för att genomföra alla eller en del av målen. Målet med den rationella planeringen är att få fram den mest fördelaktiga kombinationen av uppsatta mål och resursförbrukning. Inom andra områden kallas detta för optimering.

Strategisk planering är en teoretisk position som bygger på att man försöker förutspå hur framtiden kommer att se ut. Den utgår från att flera alternativa lösningar finns och att lösningarna är flexibla. Lösningarna ska kunna ändras efter hand som ny information tillkommer. Med strategisk planering finns ingen förutbestämd ordning för hur planeringsprocessen ska genomföras (Khakee, 2000).

Inom trafikplanering kan två skolor urskiljas, som kan ses utgå från rationell planering. Den första skolan säger att de flesta problemen ska kunna lösas analytiskt. Detta innebär att om två planerare får samma problem och förutsättningar, ska de komma fram till likvärdiga resultat. Genom en matematisk modell ska flera olika lösningar kunna testas, för att sen jämföras mot till exempel ett kostnad/nytta-förhållande. Den andra skolan bygger på att beslut ska fattas med hjälp av erfarenhet och god kunskap om den miljö och område som ska organiseras. Den vanligaste uppfattningen är att dessa två skolor måste komplettera varandra för att få fram bäst resultat. Planer kan göras med hjälp av analytiska metoder, till exempel med GIS, men till slut måste det finnas en planerare med erfarenhet som kan titta på resultatet och säga om det är ett rimligt resultat. De råd och anvisningar som ges i samband med trafikplanering från exempelvis Boverket och Vägverket är endast utformade i generella termer, eftersom varje ny planeringssituation i stort sett är unik. Varje planeringssituation har sina egna förutsättningar och mål som de ska uppfylla. Utifrån dessa förutsättningar måste planeraren översätta de generella råden till sin speciella planeringssituation (Holmberg & Hydén 1996).

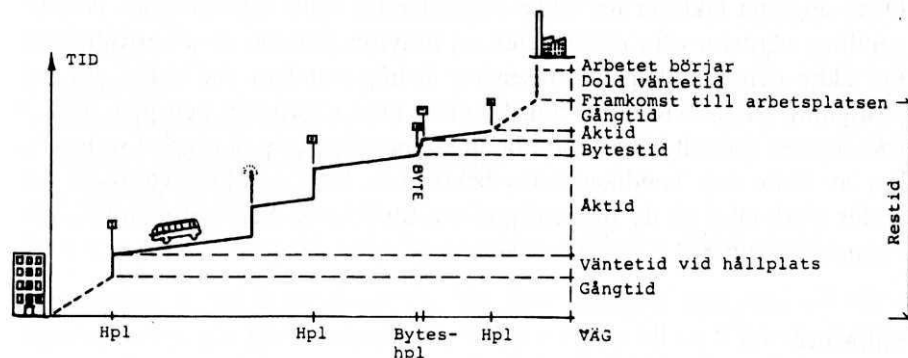
Resenärernas värdering

Ett trafiksystem värderas av sina resenärer utifrån olika standardfaktorer och benämns resstandard. Några av dessa standardfaktorer är tillgänglighet, bekvämlighet och säkerhet. Tillgänglighet är den standardfaktor som enligt undersökningar värderas högst.

Tillgänglighet kan ses som ett trafiksystems förmåga att tillfredställa tids- och rumsaspekter för resenären. Resenärers värdering av tillgängligheten påverkas bland annat av egenskaper

hos trafiksystemet såsom restid, punktlighet och pålitlighet. Värderingen påverkas även av egenskaper hos trafikanten, såsom ålder, förflyttningmöjligheter och funktionsnedsättningar och av geografisk belägenhet, till exempel var resenärens bostad och arbete är beläget påverkar resenärens värdering av tillgängligheten.

I restid räknas inte bara själva åktiden med fordonet in, utan även all tid runt omkring se figur 3.1. Här räknas gångtid till och från hållplats in, väntetid vid hållplats och dold väntetid vid framkomst till arbetsplats eller annan sysselsättning. Den del av restiden som anses mest besvärande har efter undersökningar visat sig vara väntetiden, vilket innebär att den bör göras så kort som möjligt.



Figur 3.1. Restidens komponenter i kollektivresan. Källa: Holmberg och Hydén (1996), s.113.

Bekvämlighet i kollektivtrafiken har olika betydelse beroende på vilken kundgrupp det handlar om. För äldre personer och för skolelever i låg ålder kan det vara viktigt att avståndet till hållplatsen från bostaden inte är för långt. Hållplatsstandard är en annan aspekt för bekvämlighet, desto bättre skydd på hållplatsen för väder och vind desto bekvämare är den. Under själva resan påverkas bekvämligheten av bland annat service av busschaufför, sittplatsutformning och buller. Även här påverkas bekvämligheten av vilken kundgrupp man tillhör. Äldre och funktionshindrade har troligtvis högre krav på god service och hög komfort inne i fordonet, medan en arbetspendlare har högre krav på att kunna utnyttja restiden meningsfullt (Holmberg & Hydén, 1996).

Ur *säkerhetssynpunkt* är kollektivtrafik en väldigt trygg trafiktyp. Det är framförallt på väg till/från hållplatsen som de flesta olyckor sker.

Beslutsprocess

Enligt Holmberg och Hydén (1996) går planering igenom en beslutsprocess, som har följande steg:

1. Probleminventering och nulägesbeskrivning

Här beskrivs vad det i nuläget finns för problem och vad för problem som kan tänkas uppstå i framtiden, vilket ger underlag till en nulägesbeskrivning. I ett fall med ny linjesträckning för buss kan det i beskrivningen tas upp sådant som antal boende i området, nuvarande linjesträckning för buss och förflyttningar mellan områden.

2. Målformulering

Målet ska vara en kombination av vad man vill uppnå och vad som är möjligt att uppnå med tillgängliga resurser. Målen bör brytas ner i konkreta mål, såsom "ingen ska behöva

sitta på bussen längre än 50 minuter”. De konkreta målen gör det lättare för planeraren att värdera de olika alternativ som uppstår.

3. Utarbetande av planalternativ

Alternativa lösningar tas fram för att testas mot målformuleringarna. I enkla fall går det att plocka fram det bästa alternativet analytiskt, men i de flesta fall kommer den bästa lösningen fram genom planerarens erfarenhet.

4. Värdering av planalternativ

De olika alternativen och deras konsekvenser jämförs, med varandra och mot målformuleringen. Avvägningar mellan samhällets alla intressen måste göras, det är inte bara intressen för de direkt berörda som ska beaktas, utan även de indirekt berörda, såsom boende i omgivningen och miljön, måste beaktas vid värdering av alternativ. Värderingen kan göras utifrån en teknisk beskrivning av de olika alternativen, där bland annat kostnader för alternativen tas fram.

5. Val av alternativ

Det bästa alternativet väljs sen ut med utgångspunkt i den tekniska beskrivningen och värderingen. En samlad värdering görs av alla alternativ. Oftast innebär detta ett politiskt ställningstagande där en samlad värdering tar hänsyn till alla intressenter.

6. Genomförande av planen

Mindre planer går oftast att genomföra direkt, medan större planer kan ta flera år att genomföra.

7. Eventuell revidering

Teknisk utveckling och samhällsutveckling kan medföra att planer måste revideras.

4 GIS och databasmodellering

4.1 Allmänt om GIS

En definition av Geografiska Informationssystem (GIS) är ”Ett datoriserat informationssystem för hantering och analys av geografiska data” (Eklundh, 2003, sidan 22). All data som på något sätt kan knytas till en plats kan hanteras, presenteras och bearbetas i ett GIS. Enligt StrateGIS (2003) har mer än 75 % av all information i en organisation en geografisk anknytning, vilket innebär att det finns många användningsområden där GIS kan vara till nytta. Ett av de viktigaste tillämpningsområdena för GIS är olika sorters planering. Ett exempel på användningsområde är inom samhällsplanering, där man måste ta tillvara på flera gruppers intressen såsom miljö, ekonomi och service för medborgarna.

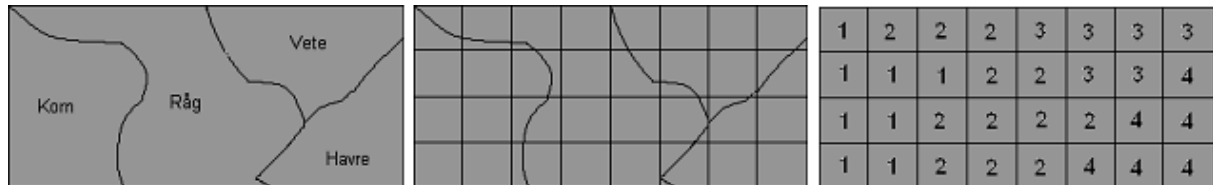
Med GIS går det att bearbeta geografisk information för att sen välja att presentera det på skilda vis, beroende på vilket syfte presentationen är menad för. En karta som passar för en busschaufför som kör inne i en stad passar antagligen inte en barnfamilj som letar efter en lämplig strand att bada vid. GIS kan användas för att anpassa den information som behövs för det specifika tillfället.

Geografisk information är egentligen en förenklad modell av verkligheten, där verkligheten delas in i teman, såsom vägar, byggnader och markanvändning. Teman kan i sin tur delas in i tematiska skikt som innehåller en mängd sammanhållen information. Som exempel kan temat byggnader delas in i tematiska skikten bostäder, industribyggnader och affärsbyggnader.

Geografisk information har olika sorters egenskaper, rumsliga och icke-rumsliga. Ett geografiskt objekts rumsliga egenskaper kan beskrivas genom geometriska och topologiska egenskaper. Geometriska egenskaper är sådant som position, längd och yta medan topologiska egenskaper är ett matematiskt begrepp som beskriver vissa samband mellan geografiska objekt. Exempel på topologiska egenskaper är hur två linjer ansluter till varandra eller hur två ytor angränsar. Icke-rumsliga egenskaper kallas attribut och knyts till de geografiska objekten. Skolor kan representeras som punkter och till dem kan attribut som namn och elevantal knytas. En väg som representeras av en linje kan ha attribut som hastighetsbegränsningar och trafikintensitet.

Data i GIS lagras och struktureras i geografiska databaser, i antingen vektor- eller rasterstruktur. Vektorstrukturen använder sig av koordinater för att placera ett objekt i ett plan eller i rummet. Grundelementen för vektorstrukturen är punkt, linje och polygon. Till varje geografiskt objekt lagras ett eller flera koordinatpar och oftast ett id-nummer, för att kunna knyta ihop objektet med andra attributtabeller. Andra attribut som beskriver objektet, såsom befolkningstal för ett land, byggnadstyp eller fastighetsägare kan knytas till objektet. I samhällsplanering och vid nätverksanalyser är det framförallt vektorstruktur som används.

Rasterstrukturen består av ett rutnät som delas in i lika stora celler. Tillsammans bildar dessa celler en yta. Till varje cell tilldelas ett värde efter vad för sorts yta eller egenskap cellen representerar. För exempel se figur 4.1. Storleken på cellerna avgör noggrannhet och detaljrikedom på den representerade ytan. Rasterstrukturer kan användas för att visa variabler som till exempel nederbörd, topografi och temperatur (Eklundh, 2003).



Figur 4.1 Rasterstruktur där ytan delas in i celler och tilldelas ett värde.

4.2 Lagring av geografiska data

Data lagras i databaser, vanligen i typen relationsdatabaser. I en relationsdatabas lagras attribut i form av till exempel text och nummer. Däremot har relationsdatabaser begränsningar för att lagra geometriska data.

I en relationsdatabas motsvaras relationerna av tabeller eller vyer. Tabellerna har namn som beskriver innehållet i tabellen, exempel på tabellnamn är 'Grundskolor' och 'Elever'. En vy är en slags tabell som skapas temporärt av en eller flera andra tabeller, men vyn innehåller ingen data. Vyer kan skapas genom en så kallad koppling (*eng. join*). Kopplingen sker med ett attribut som finns i tabellerna och som har lika värde (Garcia-Molin, Ullman & Widom, 2002). Varje tabell eller vy består av rader (attributvärde) och kolumner (attribut) med beskrivande namn på kolumnerna. Kolumnerna är av en bestämd datatyp, till exempel text eller tal. Skaparen av tabellen bestämmer själv vilken datatyp en kolumn består av. För varje tabell finns oftast en eller flera nycklar där en nyckel består av en eller flera kolumner. En av nycklarna kallas primärnyckel och används för att identifiera raderna i tabellen. Efter att kolumner och nycklar har skapats kan tabellen börja fyllas med data (Eklundh, 2003).

Tabellerna kan modifieras genom att utföra operationer med hjälp av språket *Structured Query Language (SQL)*. SQL används för att hantera databasprogrammet/systemet, data och för att skapa tabeller och vyer. Med hjälp av SQL kan databasen modifieras, bland annat går det att ändra eller ta bort data i tabellerna, lägga till eller ta bort en kolumn (Garcia-Molin, Ullman & Widom, 2002).

I exemplet nedan skapas en vy med namnet 'Elev_klass' från tabellerna 'Elev' och 'Klass' där elever kopplas ihop med en skolklass genom personnummer.

Tabeller:

Elev(personnr, namn, adress). Primärnyckel: personnr

Klass(namn, skola, personnr). Primärnyckel: namn + skola

Vyn tas fram med SQL:

```
CREATE OR REPLACE VIEW Elev_klass
SELECT a.personnr, a.namn, a.adress, b.namn, b.skola
FROM Elev a, Klass b
WHERE a.personnr = b.personnr;
```

Det finns utvecklade system där geometri kan lagras, kallade integrerade lagringssystem. Objektrelationella databaser som är anpassade för att hantera rumsliga och därmed lagra geometri brukar kallas spatiala databaser.

Det finns flera sorters spatiala databaser för GIS-program varav de objektrelationella databaserna är en. Ett annat sätt är att ha ett extra program ovanpå standard-relationsdatabasen som hanterar geometrin med hjälp av utökad SQL. Det går även att hantera geometri i en spatial objekt-orienterad databas, men det finns i dagsläget bara ett fåtal GIS-program som använder sig av objektorienterade databaser.

Lagring av geometriska data kan också ske genom hybrida system, där attributdata lagras i en relationsdatabas, medan geometrin lagras i ett fil-system, där ett id-nummer för geometrin lagras i attributtabellen och kan på så sätt kan attributen länkas samman med geometrin. Geometrin sparas i ett format som är olika beroende på vilket GIS-program som används (Harrie, 2007).

4.3 Ruttplanering

Vägdatabas

En vägdatabas innehåller information om vägnätet i form av ett nätverk. Vägavsnitten och korsningar är representerade av länkar och noder. Tillsammans utgör länkarna vägar och de i sin tur knyts samman av noder. Till varje länk och nod finns företeelser, som kan vara fysiska objekt eller egenskaper (Eklundh, 2003). Exempel på länkföreteelser:

- vägnamn
- hastighet
- enkelriktat
- vägtyp (motorväg, större väg, cykelväg etc.)
- längd
- de noder länken ansluter till.

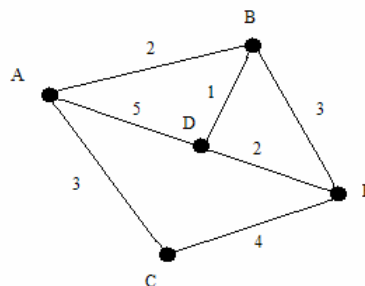
Till noderna finns bland annat information om vad de har för koordinater och om det finns några begränsningar (till exempel tillåtna och icke tillåtna svängar). Exempel på vägdatabaser är Nationella Vägdatabasen (NVDB) som är en samlad vägdatabas för hela Sverige med aktuella data. Vägverket samarbetar med Sveriges kommuner, landsting, skogsindustrin och Lantmäteriet för att samla in data. Databasen är tillgänglig både för offentliga och kommersiella medverkande (Vägverket, 2008).

Nätverksanalys

Nätverksanalys är ofta nödvändigt i GIS och används för att studera flöden och förflyttningar i ett nätverk. Ett nätverk består av länkar och noder (se figur 4.2), där det är beskrivet hur länkarna är sammankopplade till varandra via noder (Worboys & Duckham, 2004). Det är inte intressant hur själva väglänken ser ut, om den är kurvig eller inte, det enda som behövs i nätverket är information om den logiska kopplingen mellan nod och länk. Nätverket brukar också kallas för topologiskt nätverk. Vanligtvis innehåller en länk information angående kostnader och riktning. Kostnaden kan bestå av avståndet mellan två noder och behövs för att hitta den kortaste vägen. Riktningen är till för att specificera vilka håll som är resbara i nätverket. För att kunna göra en nätverksanalys måste varje länk innehålla information om kostnaden mellan två noder, där kostnaden kan ges i bland annat tid och väglängd. Genom att avståndet finns mellan noderna kan snabbaste respektive kortaste vägen räknas ut med hjälp av olika algoritmer. För att få fram snabbaste väg måste också hastigheten för varje väglänk finnas, tillsammans med avståndet för väglänken kan tiden det tar att färdas sträckan räknas ut.

Nätverksanalys kan till exempel användas till att hitta snabbaste vägen för en ambulans från ambulansstationen till olycksplatsen, ruttplanering för skolskjuts eller för att studera flöden av till exempel elektricitet och vatten.

Det finns flera analyser som kan göras i ett nätverk. Den vanligaste av analyserna är troligtvis den som kallas kortast väg. En av de mest kända algoritmerna för kortaste väg är Dijkstra's algoritmen, vilken beskrivs nedan (Eklundh, 2003).



Figur 4.2: Ett nätverk bestående av fem noder och sex länkar. Avståndet mellan noderna anges som längd på länkarna.

Dijkstra's algoritmen

Dijkstra's algoritmen går ut på följande: Hitta den optimala vägen mellan två noder genom att från utgångsnoden besöka alla andra noder och räkna ut avståndet till dem tills slutnoden är besökt. Algoritmen kräver att en viktad graf finns där länkarna har ett positivt värde (Worboys & Duckham, 2004).

I Dijkstra's algoritmen används två matriser, en avståndsmatris och en tillståndsmatris. Avståndsmatrisen innehåller avstånden mellan de noder som har en gemensam länk, se tabell 4.1.

	A	B	C	D	E
A	0	2	3	5	-
B	2	0	-	1	3
C	3	-	0	-	4
D	5	1	-	0	2
E	-	3	4	2	0

Tabell 4.1: Avståndsmatrisen som innehåller avstånden i nätverket i Figur 4.2. '-' betyder att noderna inte sitter samman genom en gemensam länk.

Tillståndsmatrisen är dynamisk och för varje nod som blir besökt lagras tre saker. Kolumnen *distans* innehåller kortast väg från startnoden till den aktuella noden. *Väg* säger vilken väg som ska köras för att få fram kortast väg mellan startnod och aktuell nod. Slutligen kolumnen *besökt* där det anges om en nod har blivit besökt eller inte på väg från startnoden. Algoritmen visas i tabell 4.2 med ett exempel från nätverket i Figur 4.2. I exemplet är A startnod och E slutnod.

Tillståndsmatrisens starttillstånd ser ut som i tabell 4.2 a, där A är startnoden och är markerad som besökt, distans är 0 och väg är via A. De andra noderna är markerade som ej besökta, slutnoden E har ingen väg direkt från A, vilket innebär att distansen är markerad som oändligheten.

Tabell 4.2 (a-e). Förändring av distans, väg och besökt.

Nod	Distans	Väg	Besökt
A	0	A	Ja
B	2	A	Nej
C	3	A	Nej
D	5	A	Nej
E	∞	-	Nej

a.

I nästa steg går algoritmen till den nod som ligger närmast och som ej är besökt, i detta fall noden B. Avståndet till B:s grannar räknas ut. Finns det noder som får kortare avstånd via B uppdateras deras distans. Avståndet till D blir kortare än tidigare ($2+1<5$) och E blir för första gången besökt. Eftersom de har kortast avstånd via B får de B som *väg*. Till slut blir B markerad som besökt.

Nod	Distans	Väg	Besökt
A	0	A	Ja
B	2	A	Ja
C	3	A	Nej
D	3	B	Nej
E	5	B	Nej

b.

Nästa steg innebär att både nod C och D har avståndet 3, vilket innebär att det går att välja vilken av noderna man vill utan att det påverkar resultatet. Här väljs C. Samma tillvägagångssätt som ovan upprepas. Ingen nod får en kortare väg. C markeras som besökt.

Nod	Distans	Väg	Besökt
A	0	A	Ja
B	2	A	Ja
C	3	A	Ja
D	3	B	Nej
E	5	B	Nej

c.

I fjärde steget besöks D och proceduren upprepas. Ingen nod får ett kortare avstånd.

Nod	Distans	Väg	Besökt
A	0	A	Ja
B	2	A	Ja
C	3	A	Ja
D	3	B	Ja
E	5	B	Nej

d.

I sista steget blir E markerad som besökt och därmed avslutas algoritmen. Kortaste avståndet mellan A och E är 5 och E blir besökt via noden B (Eklundh, 2003).

Nod	Distans	Väg	Besökt
A	0	A	Ja
B	2	A	Ja
C	3	A	Ja
D	3	B	Ja
E	5	B	Ja

e.

Klassiska ruttplaneringsproblemet

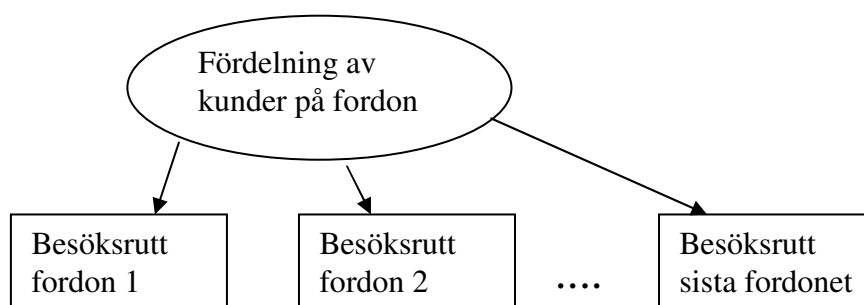
I det *klassiska ruttplaneringsproblemet* utgår flera fordon från en terminal för att köra till flera kunder. Antalet kunder är känt från början och sträckorna mellan kunderna har en kostnad i form av körsträcka eller annan transportkostnad. Vidare har alla fordonen samma lastkapacitet och kör högst en rutt. Alla kunders efterfrågan ska tillfredsställas och varje kund ska få hela sin efterfrågan tillgodosedd av ett fordon. Fordonen måste besöka samtliga kunder och på samma gång se till att lastkapaciteten för varje fordon inte överskrids. Är samtliga begränsningar uppfyllda fås en *tillåten lösning*. Den bästa lösningen är den av de tillåtna lösningarna där kombinationen av delsträckorna ger lägst totalkostnad. Då antalet kunder ökar, ökar också antalet möjliga kombinationer av rutter. Tiden att lösa detta problem växer exponentiellt mot antalet kunder. I teorin är det alltså en bra idé att gå igenom alla möjliga lösningar, men i praktiken är det knappast möjligt.

Lundgren, Jörnsten och Madsen (1993) beskriver ett antal metoder för ruttplanering som bygger på heuristik, av vilka några kommer att gås igenom nedan. Den första metoden som beskrivs är besparingsmetoden från år 1964, av Clarke och Wright, som har en startlösning där varje kund besöks av ett fordon och varje fordon besöker endast en kund. Detta innebär att varje kund har en egen rutt och att startlösningen kan vara otillåten. Kunderna kopplas sen ihop parvis, till dess att fordonets lastkapacitet är fyllt. Vid sammankopplingen blir resultatet

att ett fordon friställs. Sammankopplingen upprepas tills dess att det bara finns det tillåtna antalet fordon och så länge som förändringen ger en förbättring av den totala kostnaden.

Ett annat alternativ är svepmetoden av Gillett och Miller från år 1974. Kundområdet delas in i sektorer, där varje sektor betjänas av ett fordon med tillräcklig lastkapacitet för kundernas efterfrågan i sektorn. En startkund väljs för att ut från terminalen och genom startkunden lägga en radie som sen får svepa medurs eller moturs. Varje kund som påträffas i svepningen läggs till i rutten så länge fordonets lastkapacitet inte överskrids. Då nästa kunds efterfrågan inte får plats i fordonet skickas ett nytt fordon ut. Metoden är relativt snabb, vilket gör att det är enkelt att testa för olika startkunder och se flera lösningar. Ordningen på rutterna i de olika sektorerna kan enklast bestämmas genom den ordning kunderna lades till i sektorn. Ett alternativ är utbytesmetoden som går ut på att skapa alternativa lösningar, med mindre kostnad än tidigare lösningar genom att byta ut vägvagn mot andra vägvagn som har en mindre kostnad.

Det sista alternativet som beskrivs är tvåfasmetoden från år 1981, cluster-first-route-second, där det först bestäms vilka kunder som ska tillhöra vilken rutt för att därefter bestämma hur rutterna ska se ut, se figur 4.5. Metoden innebär att två delproblem ska lösas, områdesindelning och ruttplanering. Områdesindelningen kan ske genom val av seed-kunder, där varje fordon får en kund, geografiskt eller på annat sätt viktig, tilldelad. Utifrån seed-kunden utgår rutten. Kostnaden för varje kund uppskattas och läggs till den seed-kund som ger minst sammanlagd kostnad. Kostnaden kan beräknas utan att bestämma den enskilda rutten. Vid områdesindelningen ska varje kund tilldelas ett fordon samtidigt som fordonets lastkapacitet inte får överskridas. Denna indelning av områden kan exempelvis göras av trafikplanerare med god kunskap och erfarenhet som bestämmer hur områdena ska delas upp och urvalet av kunder i området kan ske utifrån kundernas geografiska placering. I nästa steg, vid skapandet av de enskilda rutterna, gäller det att lösa ett handelsresandeproblem för varje område, vilket beskrivs i avsnitt 4.4. Denna metod ger optimala rutter för de enskilda områdena så länge antalet kunder inte är för stort (upp till cirka 300), men det är inte säkert att den ger en optimal lösning för hela ruttplaneringen (Lundgren, Jörnsten & Madsen, 1993).



Figur 4.5. Princip för tvåfasmetoden. Efter figur i Lundgren, Jörnsten och Madsen (1993).

4.4 Handelsresandeproblem

Handelsresandeproblemet går ut på att ta sig från en startnod via alla noder i nätverket tillbaka till ursprungsnoden med kortast möjliga väg. Avstånden mellan noderna finns i en avståndstabell. Problemet är väldigt enkelt, men tyvärr är det inte lika lätt att lösa i verkligheten. För varje nod som kommer till i nätverket växer tiden att utföra beräkningen exponentiellt,

vilket innebär att problemet i princip är olösbart med ett större antal noder. Genom att använda sig av heuristik går det att få fram en lösning som är tillräckligt bra på mycket kortare tid (Worboys & Duckham, 2004).

4.5 Tidsrestriktioner

För att kunna ta hänsyn till när ett fordon ska vara hos eller åka från en viss kund kan man ge regler i form av tidsfönster. Det innebär att varje kund har en viss tid tilldelad sig då fordonet ska komma. Ett tidsfönster kan ha en ankomsttid och en stopptid eller så är det ensidigt begränsat, det vill säga att kunden måste besökas innan eller efter en viss tid (Lundgren, Jörnsten och Madsen 1993). I till exempel Kristianstads kommun får en elev inte sitta i skolbussen längre än femtio minuter, enkel väg. Det finns dessutom en tid då eleverna tidigast får hämtas vid hållplatsen och en tid då de måste vara i skolan (Kristianstads kommun).

5 Teori om datainsamling

För att kunna diskutera vilken kvalitet något har måste det först bestämmas hur kvalitet definieras. Kvalitet har enligt GIS-Ordboken (Stanli, 1996) betydelsen ”egenskaper hos produkt eller tjänst som är av betydelse för dess förmåga att tillgodose ställda krav”. Kvalitet är alltså ingen absolut storhet, utan kvaliteten beror på vilka krav som ställs.

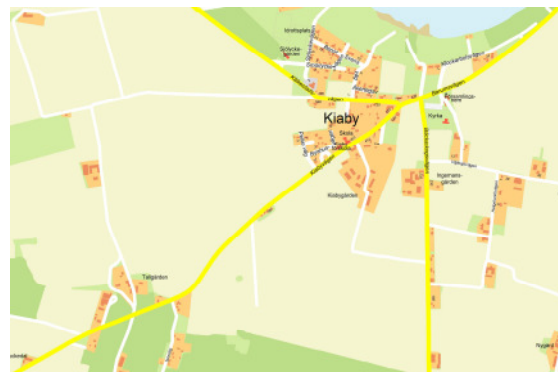
För att en geografisk analys ska ge ett bra resultat räcker det inte bara med att ha en bra analysmetod utan det är viktigt att fråga sig vilken kvaliteten är på ingående data. Det viktiga är att kvalitet på indata är känt, för att därifrån kunna avgöra kvaliteten på data som kommer ut från en analys. Låg kvalitet på indata kan göra att fel fortplantas i analysen och på så sätt blir kvaliteten på utdata också låg. Fel i geografiska data kan uppstå på flera ställen under behandlingen av data. Vid insamling av data kan mätfel uppstå, data kan klassificeras fel och data kan läggas in fel i databasen.

Som ett sista steg påverkas kvaliteten av att modellen som används för analysen grundar sig på verkligheten, men det är väldigt svårt att modellera verklighetens komplexitet helt korrekt. Fel i modellen kan alltså leda till lägre kvalitet på analysen. I modellen sker representationen av verkligheten som geografisk data i form av punkter eller av kontinuerliga ytor. Antagandet om att verkligheten kan delas in i väl avgränsade områden som sen kan överföras till modellen är inte riktigt sann. De flesta attribut i verkligheten håller sig inte inom ett begränsat område, skilt från andra attribut. Som exempel kan nämnas växtlighet, där det är svårt att ta fram en skarp gräns mellan två sorters växtlighet. På en halvöppen mark växer det träd, buskar och blommor. Det är svårt att klassificera detta, eftersom det på något sätt alltid kommer att skilja sig från verkligheten. Problemet kan minskas genom införandet av nya klasser, men helt går det inte att komma ifrån problemet. Figur 5.1 visar ett ortofoto över ett område med bland annat åkermark, skog och bebyggelse. I figur 5.2 visas en karta över samma område. I ortofotot syns det tydligt att det finns flera olika sorters åkermark, men i kartan har hela området blivit klassat som en yta istället för flera. Områden med bebyggelse klassas som bara bebyggelse, trots att det finns mycket gröna ytor även inom bebyggelseområdet. För ruttplanering är det mer intressant att veta hur exempelvis en väg klassificeras. En väg kan beskrivas som bara väg, eller kan man välja att dela in den i klasser, såsom motorväg, landsväg eller cykelväg.

När resultatet sen analyseras är det viktigt att vara medveten om att det finns brister i modellen och att det kan vara svårt att ta fram en realistisk modell av verkligheten och hur verkligheten ska analyseras (Heuvelink, 1998).



Figur 5.1. Ortofoto över Kiaby med omnejd. Källa: Ortofoto Skåne 2004



Figur 5.2. Karta över Kiaby med omnejd. Källa: Skånekartan

Kvaliteten på geografisk data kan kontrolleras genom kvalitetsparametrar, som till exempel att 90 % av alla hållplatser finns inmätta, så kallad fullständighet. Kvaliteten kan också visa på hur bra en datamängd passar för sitt syfte. En datamängd kan ha bra kvalitet för ett syfte medan den inte alls passar för ett annat (Stanli, 1996).

Standardiseringar av geografisk data har utvecklats av internationella standardiseringsorgan, som exempelvis ISO. De generella standardiseringskraven finns i ISO 9000-serien och används av företag och organisationer som vill visa sina kunder att de produkter de levererar motsvarar kundernas krav. Specifika standardiseringskrav på geografisk data finns i ISO 19100-serien. Här finns bland annat standarder för metadata, kvalitetsprinciper och datakvalitetsmått. Metadata ska finnas för alla datamängder för att beskriva ursprung, användning, kvalitet och syfte.

6 Juridiska aspekter

6.1 Personuppgiftslagen

Personuppgiftslagen (SFS 1998:204) reglerar hur personuppgifter får behandlas. Syftet med lagen är att enskilda personer inte ska få sin personliga integritet kränkt vid behandling av personuppgifter. Begreppet personuppgift definieras som information som direkt eller indirekt kan hänföras till en levande person. Med behandling av personuppgift menas bland annat bearbetning, lagring, samkörning och sammanställning.

Den registrerade personen måste lämna sitt samtycke för att behandling av personuppgifter ska vara laglig. Tas medgivandet tillbaka från den registrerade blir behandlingen av personuppgifterna olagliga. Undantag från kravet att den registrerade måste lämna samtycke kan vara om den personuppgiftsansvarige har en rättslig skyldighet som ska genomföras (Andersson, 2002). Exempel på undantag är vid behandling av vilka elever som är berättigade till skolskjuts. Detta är för kommunen en rättslig skyldighet och personuppgifter måste behandlas för att det ska vara möjligt att tillgodose denna skyldighet.

Kommuner eller företag som använder sig av personuppgifter i GIS-tillämpningar måste ha ett bestämt syfte med tillämpningen. De får heller inte använda de insamlade uppgifterna i något annat ändamål än det uppgifterna ursprungligen var ämnade för. Personnummer får, enligt Datainspektionen bara användas i GIS-tillämpningar där det är klart motiverat för behandlingen, exempelvis vid olyckor där det är viktigt med säker identifiering av en person (Datainspektionen, 2008).

6.2 Lagen om landskapsinformation

Lagen om landskapsinformation (SFS 1993:1 742) reglerar hur landskapsinformation får spridas och lagras. Tillstånd för att lagra landskapsinformation i databaser ges av regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer. Med landskapsinformation avses lägesbestämd information om förhållanden på och under markytan samt på och under sjö- och havsbotten.

6.3 Sekretesslagen

Sekretesslagen (SFS 1980:100) reglerar bestämmelser angående tystnadsplikt i det allmännas verksamhet och även förbud om att i vissa fall lämna ut allmänna handlingar. Uppgifter be- lagda med sekretess får inte lämnas ut varken muntligt, genom allmän handling eller liknande.

6.4 Tryckfrihetsförordningen

Tryckfrihetsförordningen (SFS 1949:105) reglerar hur medborgare och massmedier har rätt att ta del av allmänna handlingar. Till allmänna handlingar räknas handlingar från kommun och stat. Myndigheterna är skyldiga att skyndsamt lämna ut allmänna handlingar som inte lyder under sekretess. Begäran om tillhandahållande av allmän handling får ske anonymt och den enskilde behöver i princip inte heller ange till vad informationen ska användas till. Allmänna handlingar ska fås mot en självkostnad för framställningen av kopian (Andersson, 2001). Kartor anses vara en allmän handling som ska kunna fås avskrivet eller kopierade. Myndigheten är inte skyldig att tillhandahålla handlingen på en mer automatiserad form än via utskrift. De behöver inte framställa en kopia av handlingen om detta medför svårigheter eller om handlingen kan tillhandahållas genom läsning på plats (Lantmäteriet, 1994).

7 Dagens system för skolskjutsplanering

I detta kapitel har jag utgått från Lisa Samuelssons ULI-rapport som beskriver GIS-användning i skolskjuts och hemtjänst i utvalda kommuner. Från rapporten har en redogörelse för Ängelholm och Växjö kommuns skolskjutssystem gjorts. För att få en motvikt till Samuelssons redogörelser har ett studiebesök gjorts i Östra Göinge kommun där samtal har förts med skolassistenten Mona Persson angående deras skolsystem som sköts med hjälp av GIS.

7.1 Ängelholms kommun

I Ängelholms kommun använder Barn- och utbildningsförvaltningen sig av ett datorstöd för att visa elever på kartan och för att visa de rutter som eleverna åker varje dag. Vid utvecklingen av datorstödet har man valt att använda den kompetens som redan fanns inom kommunen istället för att köpa in system utifrån. I en liten kommun som Ängelholm skulle ett färdigutvecklat system kosta mycket initialt. Rutterna har ritats in var för sig och lagts in som ett lager, vilket underlättar för förare och för skolskjutsplanerare. De har fortsatt att använda sig av de rutter som sedan tidigare är bestämda eftersom det skulle innebära en alltför stor kostnad att köpa in ett ruttplaneringssystem och för att skolskjutssamordnaren besitter stor kunskap i fråga om vilka rutter som är mest lämpliga.

GIS-ingenjörens vision är att data ska lagras så nära källan som möjligt. Just nu är det inte möjligt eftersom de har ett system som går ut på att data från elevregistret lagras i Excel tillsammans med information om elevernas scheman då det i elevregistret inte finns information om varje elevs schema.

Datorstödet har gett tidsvinster åt skolskjutssamordnaren. Dessutom har man kunnat kontrollera uppgifter vid upphandling av skolskjutstrafik, om de bussbolag som har upphandlats verkligen har kört så mycket som de har sagt, vilket har gett kostnadsvinster. Även elever och deras familjer har haft nytta av systemet genom effektivare rutter och en rättvisare bedömning av vilka elever som är skolskjutsberättigade (Samuelsson, 2007).

7.2 Växjö kommun

Växjö kommun beslöt i början av 2000-talet att all information med geografisk koppling skulle finnas i en gemensam GIS-bas. I fråga om skolan innebär detta bland annat att alla elever är sammankopplade med en fastighet via Fastighetsregistret (FIR) och att alla skolors och förskolors upptagningsområden digitaliserades.

Skolskjutsplaneringen sköts i en särskild GIS-applikation där analyser av vilka elever som är skolskjutsberättigade görs. Vid analys av skolskjutsberättigade utgår planeraren från vilken årskurs eleven går i eftersom man utgår från avståndet mellan skolan och elevens bostad vid berättigande till skolskjuts. Olika avstånd gäller för de olika årskurserna.

Som vägnät använder kommunen sig av vägar inlagda i kommunens GIS-bas. Därtill har kommunen själva kopplat samman hastigheter för väglänkarna. Hållplatserna som används för ruttplanering digitaliserades i början av projektet. I takt med att nya elever kommer till kan också nya hållplatser skapas i systemet.

Med hjälp av systemet kan förare få ut information om vilka elever som ska vara med på en viss tur, vid vilken tid och hållplats de ska hämtas upp och lämnas vid. Det är enkelt att få fram en förteckning över de elever som är skolskjutsberättigade och det går att få fram historiska och aktuella rapporter om skolskjutsen (Samuelsson, 2007).

7.3 Östra Göinge kommun

Östra Göinge kommun har tillsammans med Hässleholm och Osby kommun tagit fram en gemensam GIS-portal. I GIS-portalen för Östra Göinge visas bland annat fastighetskartan, VA-karta, detaljplaner och skol-GIS.

Skol-GIS används som verktyg för att åskådliggöra skolor, upptagningsområde och elever utplacerade i kartan. Personalen som arbetar med planering för skolan och skolskjuts, använder sig till viss del av skol-applikationen för att få fram var elever i en viss skola eller klass bor. Det finns flera alternativ för hur personalen kan välja att visa eleverna. Det går bland annat att visa alla eleverna i upptagningsområdet samtidigt, uppdelade i färger efter vilken klass de tillhör. Ett annat alternativ är att visa eleverna på en skola eller en klass för sig. Det går även att göra ett urval av skolskjutsberättigade elever inom en skolas upptagningsområde. Området som är skolskjutsberättigande visas i kartan, där de områden som ligger på avståndet 2 respektive 3 kilometer, via vägnätet, från skolan för årskurs F-3 respektive 4-9, kan väljas. Eleverna som går på skolan i upptagningsområdet kan visas i kartan och det syns tydligt vilka som bor innanför och vilka som bor utanför det skolskjutsberättigande området. Från detta går därefter att få ut en rapport med de elever som är skolskjutsberättigade, där namn, adress och årskurs finns med.

I nuläget får alla skolskjutsberättigade föras in manuellt. Med hjälp av rapporten de får från skol-GIS kan de lättare få fram vilka elever som är berättigade till skolskjuts, men de får ändå föra in uppgifterna om skolskjuts för hand i deras elevdatabas. De behöver inte mäta i kartan för att se hur långt det är från eleven till skolan utan de kan direkt titta om eleven bor utanför eller innanför skolskjutszonen, vilket gör det lättare att motivera om en elev är skolskjutsberättigad eller inte (Persson, 2008).

Arbete pågår med en skolskjutsapplikation, som bland annat ska visa hållplatser och skolbusslinjernas sträckning. Målet med skolskjutsapplikationen är bland annat att få mindre administration och att bussarna ska kunna köra färre mil med hjälp av en effektiv ruttplanering. Detta ska leda till lägre kostnader och en mindre miljöpåverkan (Burrows, 2008).

7.4 Kommersiella skolskjutssystem

Det finns flera privata företag som erbjuder ruttplaneringssystem för skolskjuts. Produkterna de erbjuder är allt från förstudier och inventering av vilka behov som finns, till att göra en fullständig implementering av ett skolskjutssystem. En del av de privata företagen erbjuder endast helhetslösningar medan andra anpassar systemen efter kundernas önskemål, vilket avspeglar sig på priset. Systemen och förstudierna innehåller i de flesta fall programmoduler eller förslag för att positionera elever på kartan, avgöra vilka elever som är skolskjutsberättigade och skapa förslag till rutter och nya hållplatser. Några av de stora aktörerna på marknaden är TEKIS-Skolskjuts, RASMUS från Sweco Position, GEOSECMA Ruttplanering från ESRI och Transportation Manager från Intergraph.

8 Bakgrund till studien

Kristianstads kommun är till ytan, vattenytor inräknade, Skånes största kommun och ligger i nordöstra Skåne. Det finns cirka 80 000 invånare i kommunen, varav 30 000 bor i centralorten Kristianstad. I kommunen finns cirka 20 orter med ett invånarantal över 200, vilket gör Kristianstad till en av de tätortstättaste kommunerna i Sverige.

I kommunen finns det nio förvaltningar, varav Stadsbyggnadskontoret och Barn- och utbildningsförvaltningen är uppdragsgivare till detta examensarbete. Barn- och utbildningsförvaltningen är också användare. Stadsbyggnadskontoret arbetar med bland annat bygglov, planer, lantmäteri och geografisk information. Byggnadsnämnden ansvarar för verksamheten på Stadsbyggnadskontoret.

Barn- och utbildningsförvaltningen ligger under Barn- och utbildningsnämnden, som ansvarar för barnomsorg och utbildning i kommunen. Verksamheten består av en central förvaltning, nio skolområden där förskola och grundskola ingår, gymnasieskolor samt en vuxenutbildning.

8.1 Förstudie

Avdelningen för geografisk information på Stadsbyggnadskontoret har tillsammans med Barn- och utbildningsförvaltningen och konsultföretaget Astando tagit fram en förstudie angående ett GIS-stöd för skolskjutsplanering. Målet är att åstadkomma en mer automatiserad planering och ta fram uppgifterna för:

- vilka elever är berättigade till skolskjuts
- vilka hållplatser finns
- vilken hållplats tillhör en elev
- vilka bussrutter finns
- aktuell tidtabell för elever, rutter och hållplatser
- bästa väg förbi alla hållplatser längs ruten
- underlag för upphandling av taxitrafik
- total kostnad för all skolskjutstrafik.

8.2 Uppdragsgivare

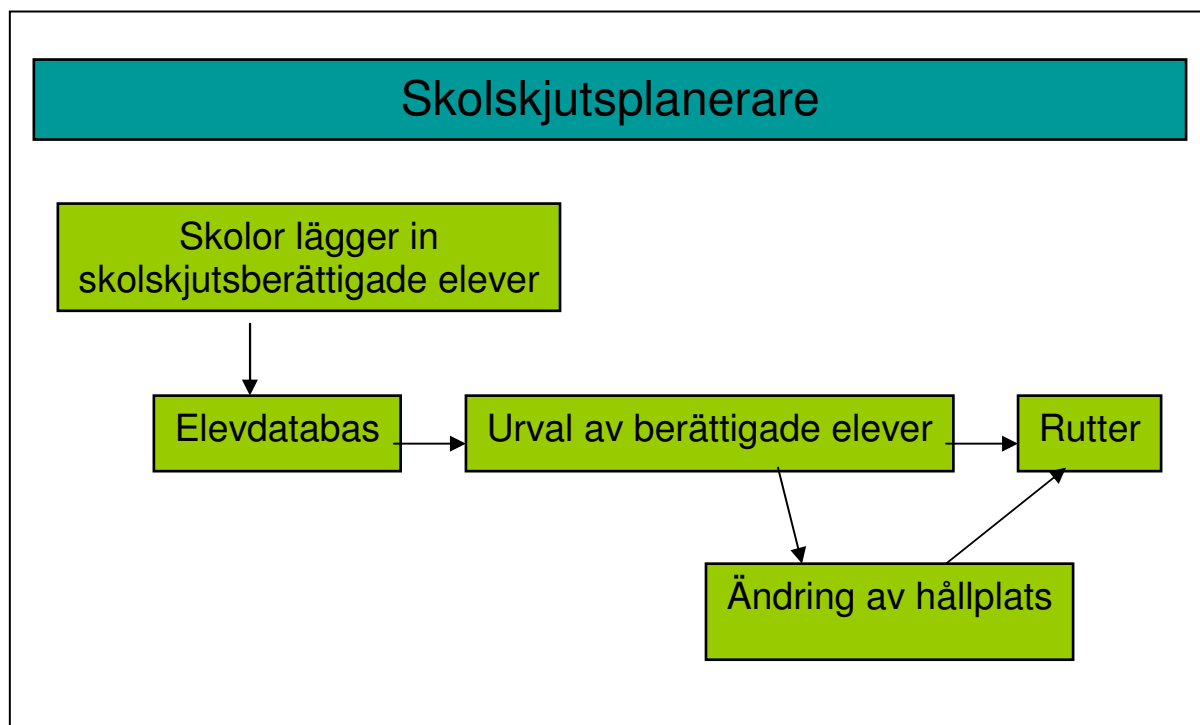
Målet med projektet är att Barn- och utbildningsförvaltningen ska få ett färdigt IT-stöd som de kan använda sig av i planeringen av skolskjuts. För Stadsbyggnadskontoret är detta också ett av målen, men de har också andra mål med projektet. De analyser som görs, för att till exempel ta fram skolskjutszoner och knyta elever till närmaste hållplats, bygger på ett topologiskt nätverk. I Kristianstads kommun bygger nätverket på LV, Lokal Vägdatas. Stadsbyggnadskontoret vill med projektet lära sig att hantera ett sådant topologiskt nätverk. En önskan om att få fram en metod för ruttplanering i enlighet med kommunens övriga GIS-hantering finns också. Målet är även att fördjupa kunskaperna i programmering av egna kommandon i kommunens GIS-verktyg GeoMedia Professional.

8.3 Användare

Det finns 40 grundskolor i kommunen, där det går cirka 8 300 elever. Av dem använder drygt 2 000 elever av skolskjuts varje dag för att ta sig mellan skola och hemmet. Barn- och utbild-

ningsförvaltningen har 17 egna bussar för att transportera de skolskjutsberättigade eleverna. Varje buss har mellan 50 och 60 platser. De elever som är berättigade till skolskjuts men på ett eller annat sätt inte kan använda sig av skolbussarna hämtas med taxi, till exempel elever med för långt avstånd mellan hem och närmaste hållplats (för längsta tillåtna avstånd mellan hem och hållplats se avsnitt 2.1).

Barn- och utbildningsförvaltningen har ett antal mål man vill uppfylla med ett GIS-stöd för skolskjutsplanering. Ett av målen är att få in alla elever som är berättigade till skolskjuts samlade i en databas. I nuläget följer planeringen av skolskjuts flödesschemat i figur 8.1 som börjar med att varje enskild skola lägger in sina skolskjutsberättigade elever i en elevdatabas. Ibland händer det att någon skola glömmar att lägga in sina skolskjutsberättigade elever eller att någon elev glöms bort. Detta skulle kunna leda till att en del elever som är berättigade till skolskjuts inte får information om att de har rätt till skolskjuts. Skolskjutsplaneraren har det övergripande ansvaret för hela planeringen av skolskjuts och måste se till att alla som borde vara skolskjutsberättigade också blir det. I dagsläget händer det i stort sett aldrig att elever inte får vetskap om att de är skolskjutsberättigade eftersom skolskjutsplaneraren har erfarenhet av hur många elever det brukar vara i ett område som är berättigade till skolskjuts. Utifrån den kunskapen, går skolskjutsplaneraren in och tittar manuellt på eleverna i området och beslutar om de är skolskjutsberättigade. Naturligtvis finns en risk att skolskjutsberättigade inte kommer med även med hjälp av ett GIS-stöd, men fel som uppstår på grund av den mänskliga faktorn, såsom glömska, minskar. Visas alla elever som är skolskjutsberättigade upp i en karta tillsammans med alla elever på skolorna är det lättare att hitta de elever som eventuellt har hamnat utanför skolskjutssystemet.



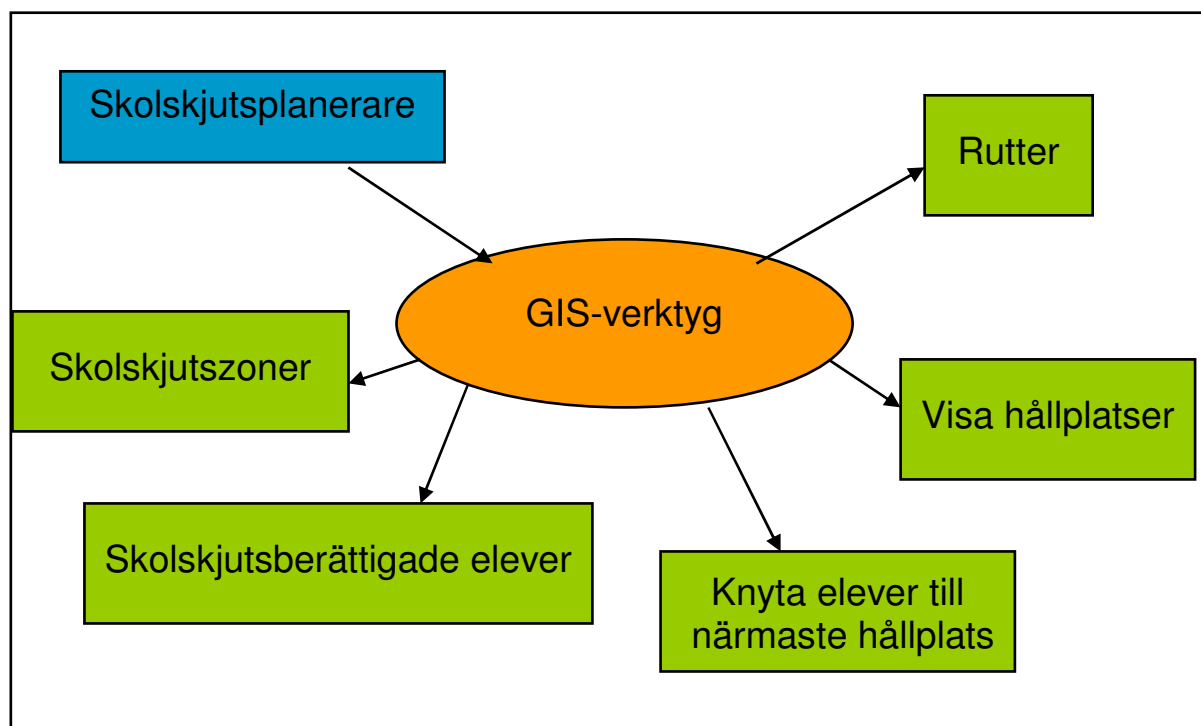
Figur 8.1. Flödesschema över skolskjutsplanering i Kristianstads kommun

Från urvalet av skolskjutsberättigade elever skapar skolskjutsplaneraren rutter för varje skolbuss. Rutterna är oftast samma som föregående år, eftersom det brukar vara ett nästan konstant antal elever som är skolskjutsberättigade, som dessutom oftast använder samma hållplat-

ser år efter år. I de fall det kommer en ny elev som blir skolskjutsberättigad och det inte finns någon hållplats i närheten av elevens hem läggs oftast en ny hållplats i nära anslutning till hemmet. När en hållplats inte längre används av någon elev tas hållplatsen bort från den rutt eller rutter den tidigare tillhört. I båda fallen måste skolskjutsplaneraren gå in och titta på rutterna och avgöra om det behöver göras någon ändring i de rutter som berörs, vilket kan ta en del tid för skolskjutsplaneraren.

Med ett GIS-verktyg som stöd är förhoppningen att delar av skolskjutsplaneringen i figur 8.1 ska kunna förenklas och automatiseras. I Kristianstads kommun används GIS-verktyget GeoMedia Professional och ruttplaneringsverktyget Transportation Manager (för närmare förklaring av verktygen, se avsnitt 9.2) för GIS-analyser och ruttplanering.

Med GIS-verktyget har de funktioner som visas i figur 8.2 tagits fram. Skolskjutsplaneraren använder sig här av ett GIS-verktyg, där ett ruttplaneringstillägg i form av ett kommando har utvecklats för att göra det så enkelt som möjligt att använda för en person som inte har mer än grundläggande GIS-kunskaper (för en förklaring av kommandot, se avsnitt 10.1). För att få fram vilka elever som är skolskjutsberättigade måste först skolskjutszoner skapas. En elev ska bo i en skolskjutszon för att bli berättigad till skolskjuts, med hänsyn till längd mellan hem och skola. De elever som har rätt till skolskjuts med hänsyn till trafikförhållande eller annat kommer fortfarande att hanteras manuellt.



Figur 8.2. Exempel på vad ett GIS-verktyg kan användas till i skolskjutsplanering.

Eleverna som bor i skolskjutszonen tas sen ut och läggs in i en samlad databas. Skolskjutsplaneraren kan få ut dessa elever i en rapport, med till exempel namn, adress och årskurs. De går också att visa upp i kartan. De skolskjutsberättigade eleverna ska också kunna visas upp och fås ut i rapporter utifrån vilken årskurs och skola de går i. Det ska vara möjligt att få fram vilka elever som är skolskjutsberättigade olika dagar. Eftersom elever som är fritidshemsplacerade inte har rätt till skolskjuts de dagar de är på fritids, men får åka skolskjuts de dagar de

inte är på fritids, är det intressant att få fram vilka elever som är skolskjutsberättigade en viss dag.

Eleverna knyts till närmaste hållplats, för att sen kunna skapa rutter utifrån hållplatserna. Varje elev får ett id-nummer för en hållplats. En anledning till att knyta eleverna till en hållplats är inte bara för att kunna skapa rutter utifrån dessa, utan kan också vara bra om det exempelvis händer en olycka med skolbussen. Det är då viktigt att kunna få fram en rapport med vilka elever som fanns med ombord på bussen vid olyckstillfället. En annan anledning att knyta eleverna till en hållplats är för att kunna ta fram en rapport till busschauffören med vilka elever som ska hoppa på vid vilken hållplats.

Rutter skapas utifrån hållplatserna med hjälp av ruttplaneringsverktyget. Tanken med dessa rutter är att skolskjutsplaneraren ska titta på dem, jämföra dem med de gamla rutterna och därifrån dra slutsatser om det är möjligt och lönsamt att utföra linjeändringar. Meningen är också att det ska vara möjligt att hur lång en rutt är, för att ha som underlag vid upphandling av till exempel taxi för vissa rutter.

Ett övergripande mål för ett GIS-stöd för skolskjutsplanering är att det ska vara lätt att sätta sig in i planeringen till exempel vid personalbyte. Den kunskap och erfarenhet den nuvarande skolskjutsplaneraren har om vilka områden en elev ska bo i för att vara skolskjutsberättigade är svår att överföra till en efterföljare.

9 Teknisk miljö i studien

9.1 Databasmodellering

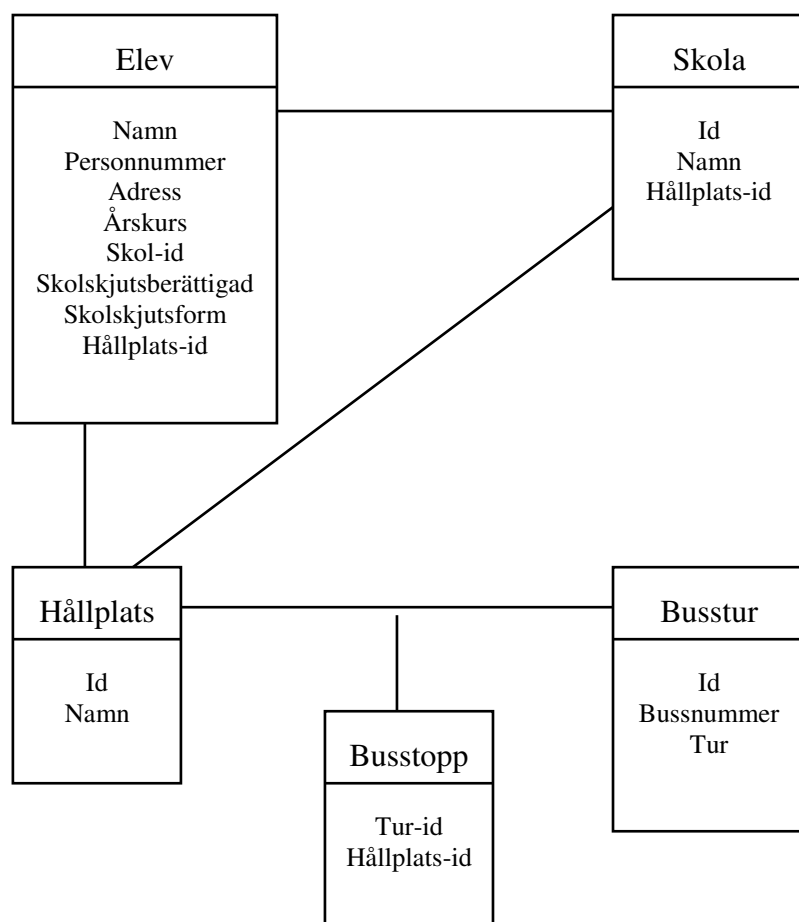
Skolskjutsdatabas

Data som används i projektet lagras i en skolskjutsdatabas. I Kristianstads kommuns fall lagras data i Oracle Spatial 10g. Oracle är ett av världens ledande mjukvaruföretag och var ett av de första som började med relationsdatabaser. Flera användare kan samtidigt använda sig av datamängderna i databasen och kraven på prestanda och tillförlitlighet är höga. Oracle Spatial, som är en objekt-relationell databas, hanterar geografiska data och är en påbyggnad på Oracle Database. För att administrera databasen används Oracle Enterprise Manager 10g som är ett grafiskt verktyg och SQL*Plus som är ett icke-grafiskt verktyg. Båda verktygen används för att ställa frågor, skapa tabeller och vyer mot databasen med SQL. SQL*Plus används bland annat för att köra script mot databasen.

Varje tabell i databasen har en eller flera användare. Till varje tabell är en användare också ägare. Användaren har rättigheter att utföra saker i databasen beroende på vilka privilegier användaren har tilldelats. Exempel på privilegier är att kunna skapa, ändra i och ta fram information från en tabell. De objekt en användare äger kallas för ett schema.

I skolskjutsdatabasen lagras information om elever och skolor, som tas från elevdatabasen. Data ska oftast lagras så nära källan som möjligt, men i detta fall är det bäst att inte utföra några operationer direkt mot elevdatabasen eftersom det inte finns möjlighet att lagra geometriska data i elevdatabasen. Det är istället bättre att lagra dem i skolskjutsdatabasen, för att till slut överföra data manuellt till elevdatabasen. Data om hållplatser, bussturer och vilka hållplatser som tillhör vilka bussturer läggs också in i skolskjutsdatabasen. Figur 9.1 beskriver kopplingarna mellan tabellerna i skolskjutsdatabasen. I figuren saknas vägnätverket eftersom den inte har någon direkt koppling till de andra tabellerna, utan används för att göra analyser i Transportation Manager (se avsnitt 9.2) av de beskrivna tabellerna. I elevtabellen läggs information från körningar med Transportation Manager. Dessa körningar resulterar i om en elev är skolskjutsberättigad eller inte, vilket markeras i kolumnen för skolskjutsberättigad. Från körningarna fås också elever som är berättigade till taxi och det markeras i kolumnen för skolskjutsform. Varje skolskjutsberättigad elev kopplas ihop med en hållplats och får i tabellen tilldelat sig ett id-nummer för en hållplats.

Hållplatserna har ett id-nummer, ett namn och koordinater. Varje hållplats tillhör en eller flera bussturer och varje busstur består av en eller flera hållplatser. För varje busstur finns ett id-nummer, om det är en förmiddags- eller eftermiddagstur och vilket bussnummer turen har.



Figur 9.1. Samband mellan tabellerna i skolskjutsdatabasen.

Elevdatabas

Barn- och utbildningsförvaltningen lagrar information om sina elever och skolor i en elevdatabas. Uppgifterna i elevdatabasen hanteras av programmet ProCapita som är skapat av TietoEnator. Elevdatabasen innehåller information rörande barn och ungdomar i kommunen. Information som finns i databasen är personuppgifter, klass- och skoltillhörighet och skolor. Personuppgifter hämtas från kommuninvånarregistret (KIR). Uppdatering av data i elevdatabasen sker ute på de enskilda skolorna. Hantering av data sker däremot både ute på skolorna och centralt, bland annat för skolskjutsplanering. Skolorna för själva in i databasen vilka elever som är skolskjutsberättigade, om eleven är fritidshemsplacerad och elevens tider där. Även elevens start- och sluttid för skoldagen finns i elevdatabasen.

Vägdatabas

Som vägdatabas i projektet används LV, som är kommunens lokala vägdatabas och utvecklat av TEKIS. LV innehåller vägnät och binder ihop olika system och verksamheter rörande gator och trafik. Informationen i LV används lokalt av tjänstemän, samt för att uppdatera Nationell Vägdatabas (NVDB).

9.2 Verktyg

GIS-verktyg

GeoMedia Professional 6.0 från Intergraph används som GIS-verktyg i projektet. GeoMedia Professional används för att presentera, analysera och bearbeta geografisk information. Det går att läsa data i de flesta vanliga GIS-format och databaser, såsom Shape, Oracle och Access. Uppkopplingen sker direkt mot databasen vilket gör att informationen man arbetar med alltid är aktuell, så länge databasen är aktuell. I programmet går det att kombinera geografiska data från olika databaser, kartprojektioner och format till en och samma miljö. Information kan editeras i kartan och skrivs då direkt till databasen. (Intergraph, 2007)

Ruttplaneringsverktyg

För ruttplanering i projektet används GeoMedia Transportation Manager 6.0.3. Transportation Manager är också utvecklat av Intergraph och är ett tillägg till GeoMedia Professional. Transportation Manager är ett verktyg för att göra nätverksanalyser, till exempel för att hitta bästa vägen och göra nätverksutbredningar. Analyserna kan byggas på i stort sett alla tillgängliga geografiska dataobjekt. (Intergraph, 2007)

Nedan beskrivs vilka analyser som kan göras (som används för detta projekt), vad de används till och hur de utförs.

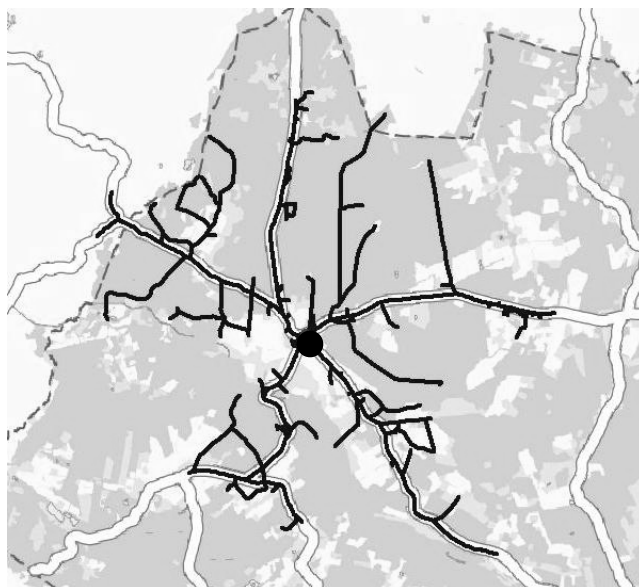
1. **Build Network.** Används för att skapa ett nätverk där länkarna knyts till noder. De andra analyserna i Transportation Manager använder nätverket som grund för analysen.

I projektet skapas ett nätverk med hjälp av script som körs i databashanteraren, vilket innebär att Build Network inte behöver användas. I de fall där nätverket inte redan är byggt används Build Network för att bygga nätverk av valt vägnät eller annat nät.

2. **Stop Manager.** Stop Manager tillåter användaren att gruppera geometriska objekt i en objektmängd (stop set). Dessa objektmängder används i de andra analyserna i Transportation Manager. En objektmängd skapas antingen genom att klicka i kartan eller genom att välja stopp från en objekttyp eller från frågor (eng. Queries). Det går för varje objektmängd att ändra ordningen på stoppen, göra de enskilda stoppen aktiva eller inaktiva och att editera annan information om stoppen.

I projektet har ett flertal objektmängder skapats, bland annat elever uppdelade i årskurserna 0-1, 2-3, 4-6 och 7-9. Hållplatserna har skapats både som en objektmängd för alla, men även uppdelade efter den busslinje de tillhör. Skolorna är uppdelade i grupper efter vilka årskurser som finns på skolan.

3. **Network Coverage.** Nätverksutbredning utgår från en objektmängd och hittar alla vägar som är inom ett specificerat avstånd eller kostnad från stoppen. Nätverksutbredning görs från varje stopp i objektmängden. I kartan visas utbredningen som linjer, se exempel i figur 9.1. Resultatet av Network Coverage är dynamiskt och ändras om stoppen ändras eller om nätverket ändras, till exempel genom att lägga till kostnader på en länk eller definiera en länk som enkelriktad. Network Coverage används för att skapa nätverksutbredningar från skolorna för att avgöra vilka elever som bor utanför dessa. Resultatet från nätverksutbredningarna tillsammans med en rumslig fråga tar fram vilka elever som inte bor inom ett visst avstånd från nätverksutbredningen. Resultatet av frågan ger de elever som är skolskjutsberättigade.

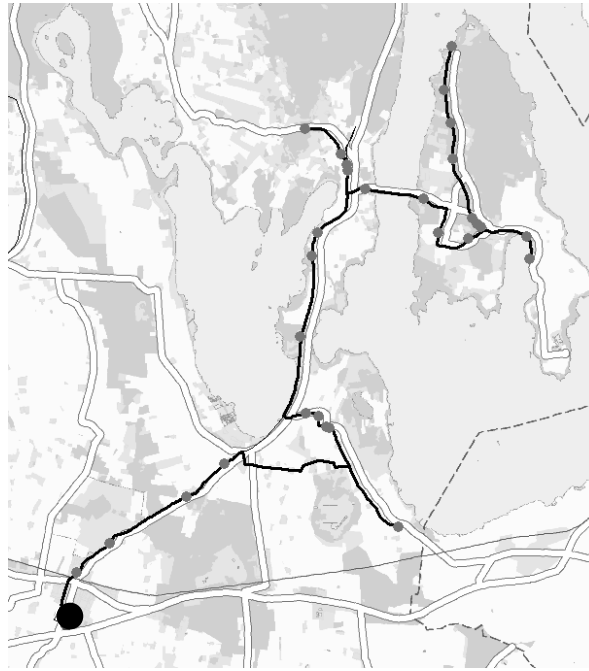


Figur 9.1. Nätverksutbredning, 3000 meter från Rickarums skola.

4. **Find Closest Stop.** Kommandot hittar de n närmaste stoppen i en objektmängd från varje stopp i en annan objektmängd. Avståndet bestäms av längd eller annan kostnad. Resultatet fås som en tabell med från-stopp, till-stopp samt id och geometri för de länkar som binder ihop de två stoppen (i de fall där $n = 1$).

I projektet är från-stoppet lika med personnummer på de skolskjutsberättigade eleverna och till-stoppet lika med id på närmaste skolskjutshållplats. Resultatet läses ut till skolskjutsdatabasen och eleven får i elevtabellen ett hållplats-id.

5. **Best Path.** Kommandot tar fram den bästa rutten mellan två eller flera stopp, valda från de objektmängder som är skapade, se figur 9.2. Bästa rutten räknas ut med hänsyn till längd eller andra kostnader som tid eller säkra vägar. Val av fixerad start- och/eller slutpunkt är möjligt, det är också möjligt att ändra ordningen på stoppen. I projektet är skolan alltid antingen start- eller slutpunkt beroende på om det är förmiddags- eller eftermiddagstur. Best Path har körts för tio utvalda linjer och beskrivs i en fallstudie i avsnitt 11.1.



Figur 9.2. Exempel på en rutt utförd med Best Path till Fjälkinge skola.

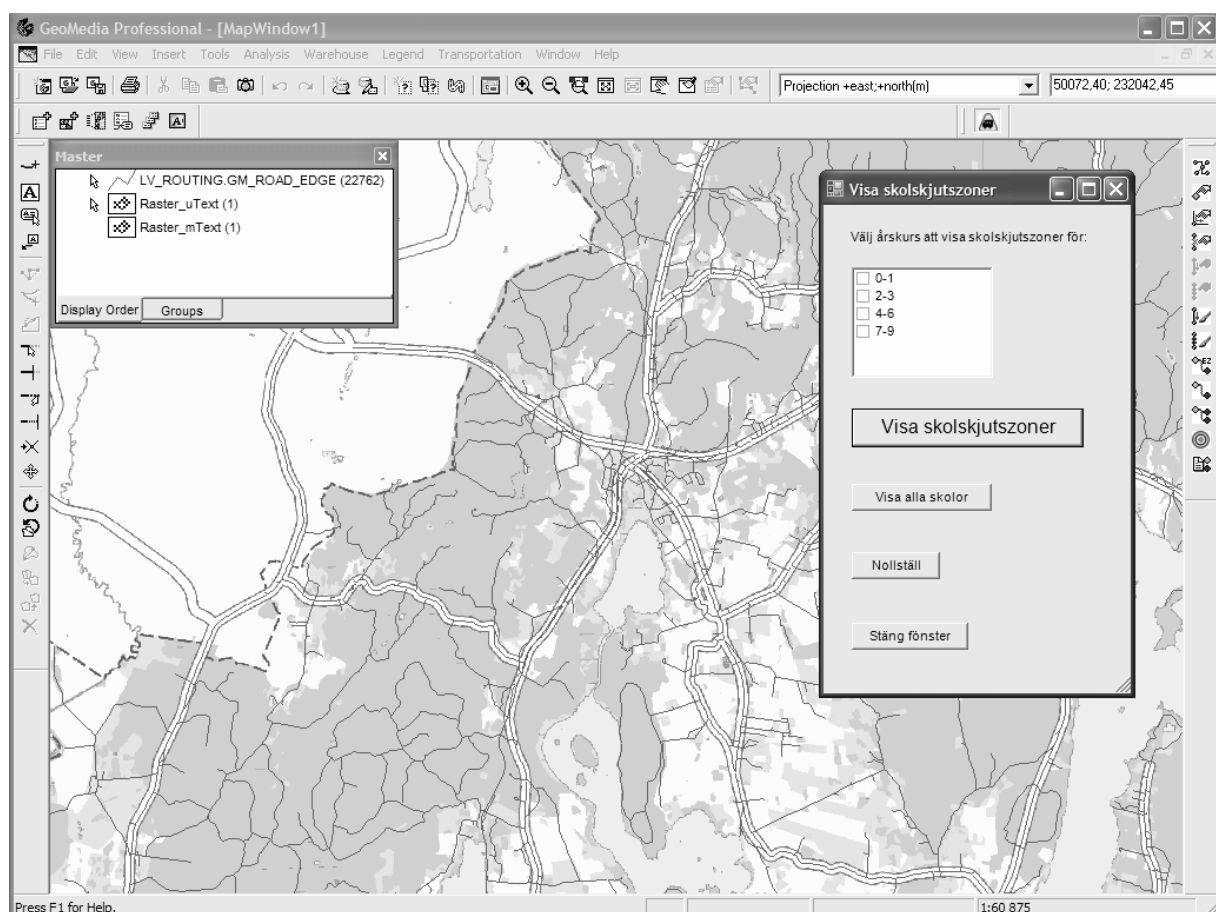
10 Egen programutveckling

För att kunna visa upp de grundläggande funktioner för skolskjutsplanering, som beskrivs i avsnitt 11.1, måste en eller flera applikationer utvecklas. I projektet har två applikationer för att visa upp funktionerna valts. Det ena sättet är att implementera ett tillägg, ett kommando, i kommunens GIS-verktyg GeoMedia Professional. Det andra sättet är att visa upp fördefinierade frågor i en webb-applikation.

10.1 Kommando med hjälp av Visual Studio 2005

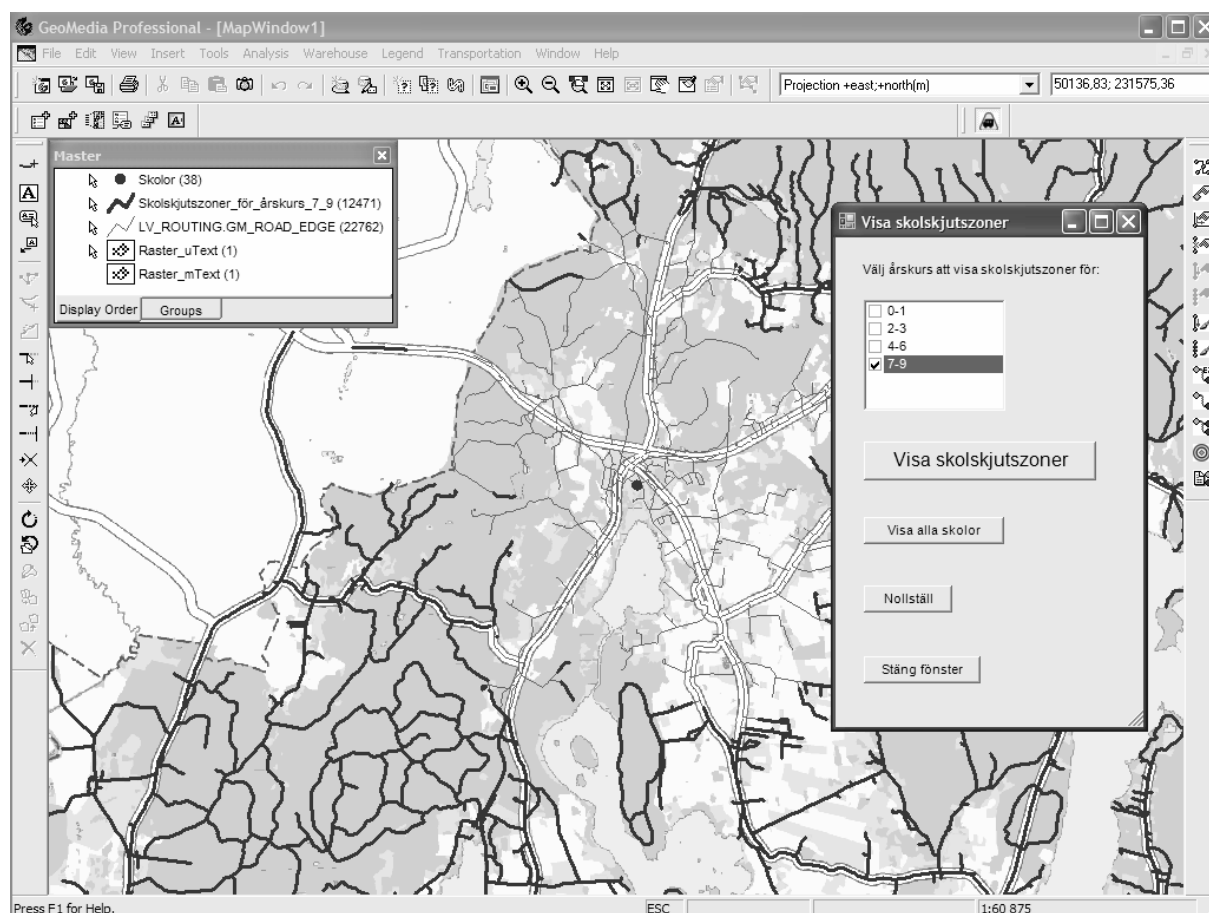
Ett kommando har implementerats i GeoMedia Professional med hjälp av Visual Studio 2005. Programspråket som har använts vid utvecklingen är C#. Det finns två anledningar till att implementera ett kommando i ett GIS-verktyg. Det ena är att införskaffa kunskap i hur man programmerar mot GeoMedia, för att i framtiden kunna bygga fler skräddarsydda kommandon för användare av GeoMedia i kommunen.

Den andra anledningen är att ett kommando ska hjälpa till att göra det enklast möjligt för skolskjutsplaneraren att använda sig av ett GIS-verktyg. Skolskjutsplaneraren är inte och ska inte behöva bli en GIS-expert utan ska bara behöva ha grundläggande GIS-kunskaper för att kunna sköta skolskjutsplaneringen med ett GIS-stöd. Ett kommando ska sköta allt i bakgrunden oavsett om det handlar om att ställa komplicerade frågor mot data eller bara att lägga till ett objekt i legenden och i kartan. Skolskjutsplaneraren ska bara behöva göra några få knapptryckningar i GIS-verktyget för att få fram det som är viktigt för själva planeringen av skolskjuts.



Figur 10.1. Kommando i GIS-verktyget.

Kommandot som utvecklats inom examensarbetets ram kan verka vara ett enkelt kommando, som endast bygger på fördefinierade frågor, men för att få fram frågorna krävs det en del arbete och kunskap i GIS-verktyget. Det kommando som visas i figur 10.1 är ganska enkelt och visar skolor i kommunen tillsammans med skolskjutszoner. Skolorna har blivit uppdelade i grupper enligt vilka årskurser som finns på skolorna, vilket innebär att nätverksutbredningar i olika längd för de olika årskurserna fås fram (vilka längder som gäller för vilka årskurser beskrivs i avsnitt 2.1). Från nätverksutbredningarna ställs en rumslig fråga, där alla vägar som inte tillhör dessa nätverksutbredningar söks ut. Resultatet blir skolskjutszonerna.



Figur 10.2. Skolskjutszoner för årskurs 7-9 från Spängerskolan i Arkelstorp. Med skolskjutszon menas här de områden som ligger längs med de vägar som är markerade med en tjockare linje och svart färg.

I legenden i figur 10.1 finns endast en bakgrundskarta och vägnät vilka också visas i kartvyn. I figur 10.2 används kommandot för att lägga till skolskjutszoner för årskurs 2 och 3 tillsammans med grundskolor i legenden och kartvyn. Skolskjutszonen kommer från en fördefinierad fråga, men skolskjutsplaneraren behöver inte veta hur frågan har kommit till och hur den sen läggs till i legenden.

För att få fram nätverksutbredningar från skolorna används funktioner i ruttplaneringsverktyget. Först ordnas skolorna i grupper efter vilka årskurser som finns på skolorna. Därefter görs nätverksutbredningar från skolorna med en viss längd beroende på vilken årskurs det gäller. Resultatet sparas som en fråga i GIS-verktyget. Frågan ger här ett resultat i form av linjer.

Dessa linjer vill man gärna ge en färg och tjocklek för att det ska synas tydligt i kartvyn. Färgsättning och bestämmande av tjocklek görs i implementationen av kommandot. Sätts ingen färg eller tjocklek ger GIS-verktyget linjen en slumpartad färg och gör den så tunn att den är svår att se tydligt. Med kommandot kan också grundskolor läggas till, här i form av punkter, som också får en färg och storlek i implementationen av kommandot. Att lägga in färgsättning och tjocklek av en linje i implementationen av kommandot innebär att skolskjutsplaneraren inte behöver tänka på hur resultatet ska presenteras för att det ska vara lätt att förstå innebörden.

Själva kommandot är enkelt och gör inte några komplicerade beräkningar vid själva utförandet av kommandot. De komplicerade beräkningarna görs vid ett tidigare tillfälle och resulterar i en fråga i GIS-verktyget som sen används i kommandot. Ett framtida kommando skulle istället kunna utföra mer komplicerade operationer direkt i bakgrunden under tiden kommandot kör. Som exempel vill skolskjutsplaneraren kunna få fram hur många elever som är skolskjutsberättigade en specifik dag, i en angiven skola och klass. Det skulle gå att göra fördefinierade frågor även i det fallet, men eftersom det finns 40 grundskolor med fler än två årskurser per skola och det är fem dagar på en vecka, inser man snabbt att då skulle det behöva göras minst 400 fördefinierade frågor för att täcka alla kombinationer. Att istället implementera kommandot att frågorna utförs i bakgrunden i realtid skulle vara ett mycket bättre sätt och mindre tidskrävande för den person som annars måste skapa dessa frågor i förhand.

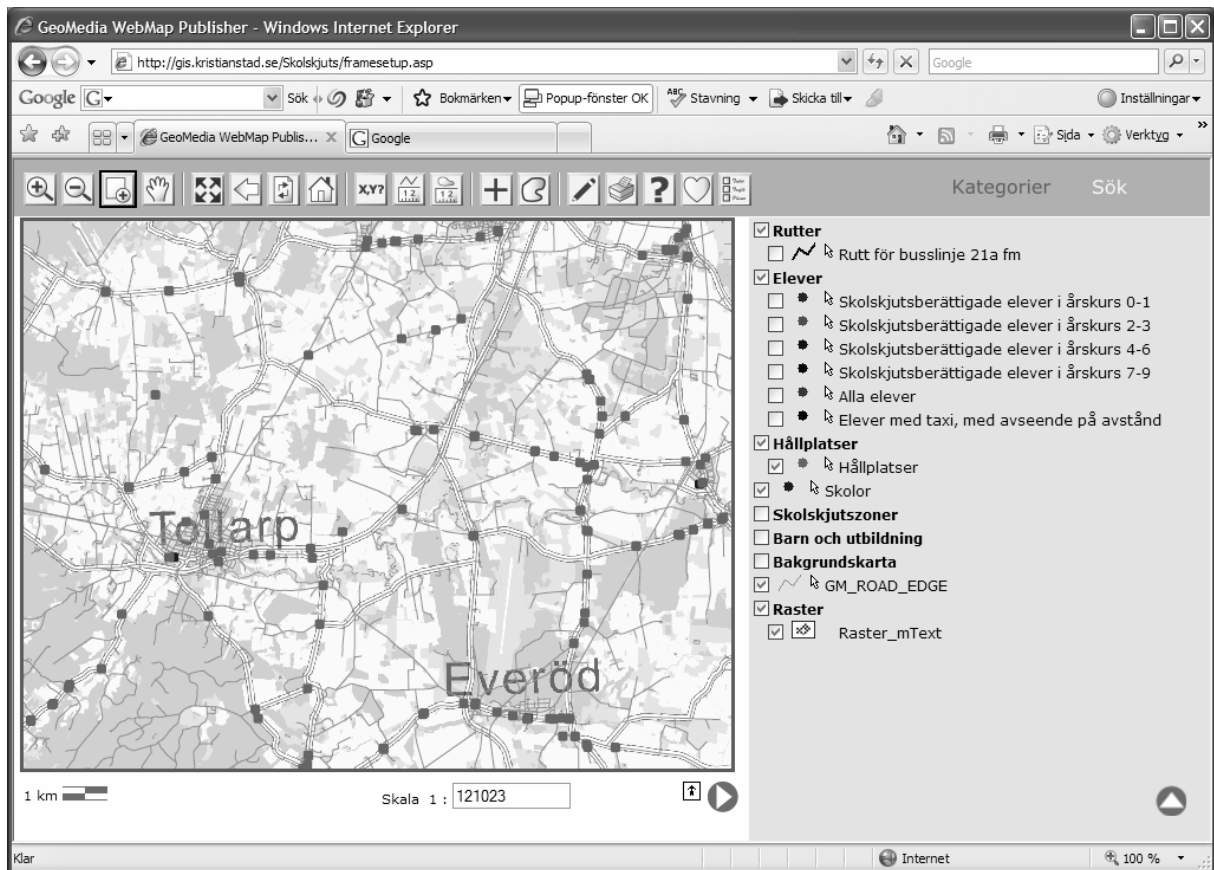
Med hjälp av ett kommando som är mycket enkelt att använda för skolskjutsplaneraren går det att få fram resultat på komplicerade frågor och visa upp resultatet i kartvyn, utan större kunskaper i att använda ett GIS-verktyg. Kommandot är endast tänkt att användas av skolskjutsplaneraren, eftersom det krävs att användaren har GeoMedia Professional och Transportation Manager installerat på den enskilda datorn. Ska verktygen användas på flera datorer samtidigt måste fler licenser för programmen införskaffas, vilket kan bidra till en väsentligt högre kostnad. Tanken är att de licenser som finns i kommunen idag förväntas räcka även för skolskjutsplaneraren. I framtiden kan dock fler licenser för de nämnda verktygen köpas in.

10.2 Webbapplikation

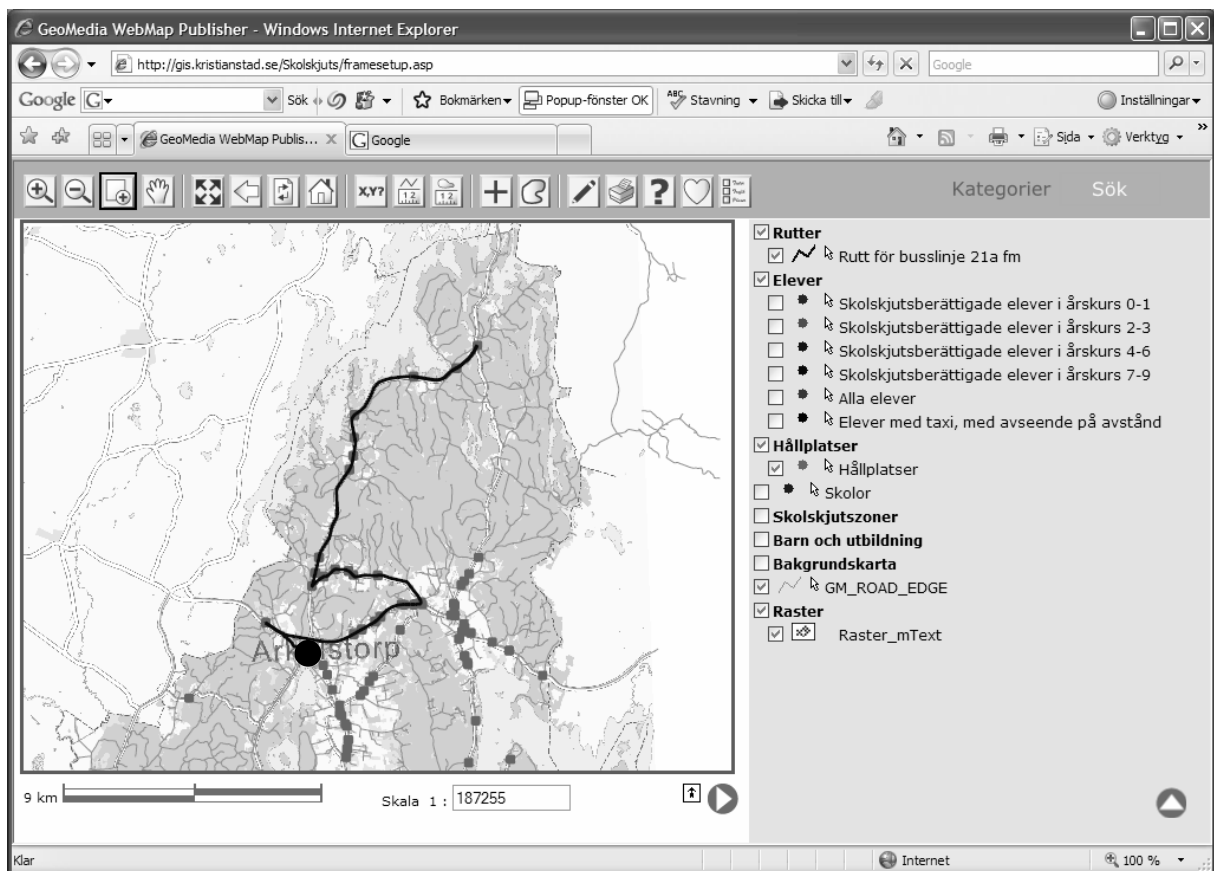
En webbapplikation ska kunna användas för att praktiskt och enkelt kunna visa upp vad som gjorts i projektet för Barn- och utbildningsförvaltningen och hur det kan se ut vid användning av GIS i skolskjutsplanering.

Tanken med en webbapplikation är också att fler än skolskjutsplaneraren ska kunna ha nytta av information angående skolskjuts. Applikationen kan användas för att visa elever och föräldrar var en elev ska bo för att bli berättigad till skolskjuts, var hållplatsen de tillhör ligger och hur deras buss kör för att ta dem till skolan. För skolbusschaufförer visas rutter och hållplatser upp och i framtiden ska det vara möjligt att få ut rapporter med vilka elever som ska finnas med på deras tur och på vilken hållplats eleverna ska hämtas upp på. Även skolledningen på de enskilda skolorna kan använda en webbapplikation för att få fram rutter, var eleverna bor och vilka skolor de tillhör.

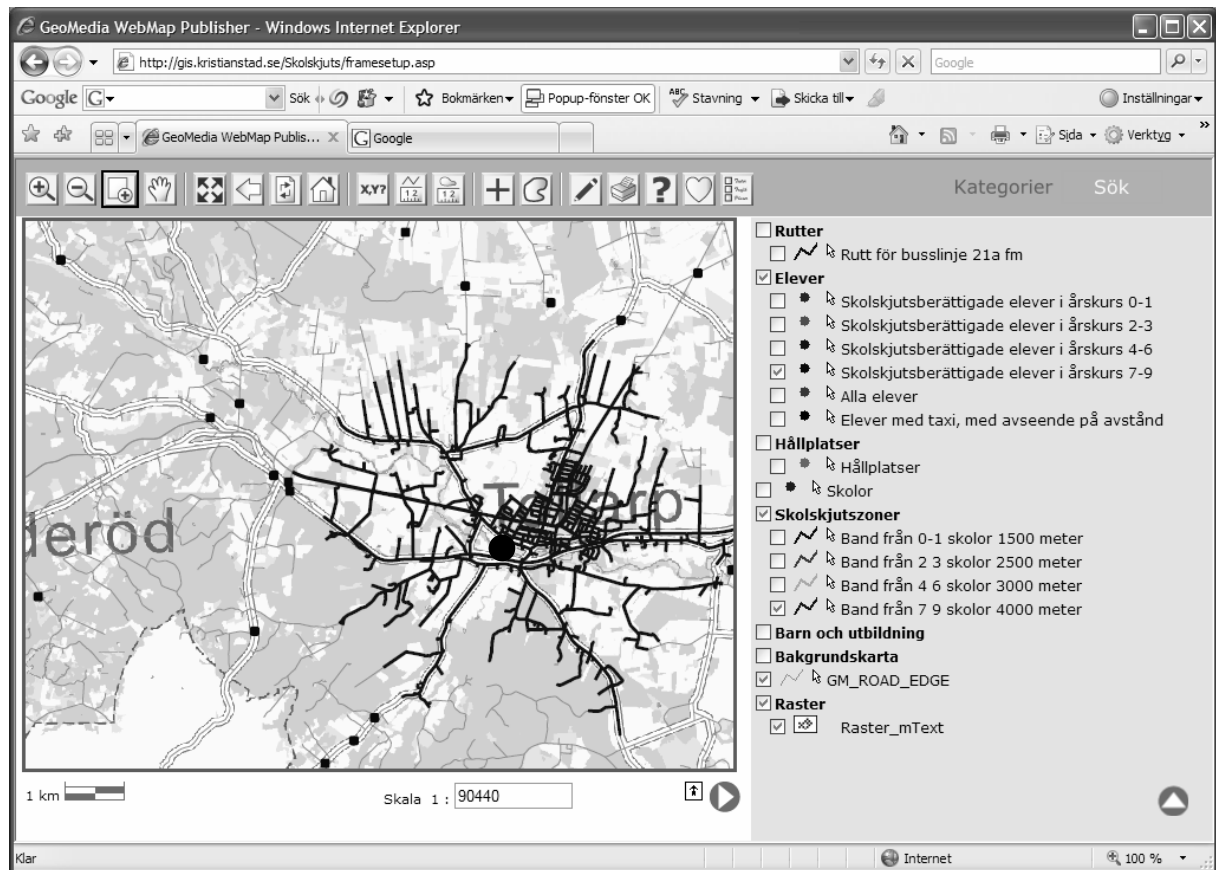
Webbapplikationen som bygger på GeoMedia WebMap Professional använder fördefinierade frågor, som skapats på samma sätt som beskrivs i avsnitt 10.1 om fördefinierade frågor som används i ett kommando. I webbapplikationen har lagts till skolskjutszoner för de olika årskurserna, elever som är skolskjutsberättigade i olika skolskjutszoner, skolbusshållplatser och skolor. Ett exempel på en rutt har också lagts till i applikationen. I figurerna 10.3-10.5 visas exempel från webbapplikationen.



Figur 10.3. Skolbushållplatser visade i webbapplikationen.



Figur 10.4. Rutt via utvalda hållplatser visade i webbapplikationen.



Figur 10.5. Elever, symboliserade med punkter, boende utanför nätverksutbredningar visade i webbapplikationen.

11 Jämförelse med förstudie

11.1 Jämförelse mellan förstudie och hur det blev

Funktionerna som är målet med förstudien beskrivs i avsnitt 8.1. I detta avsnitt kommer en mer utförlig beskrivning av förstudien att göras och en jämförelse mellan förstudien och hur mycket som har varit möjligt att göra inom examensarbetet med hänsyn till tid och tillgängliga data. Förstudien består av två etapper, varav den första etappen studeras i detta examensarbete. Nedan kommer första etappens aktiviteter beskrivas tillsammans med en diskussion om det har varit möjligt att genomföra aktiviteterna inom ramen för examensarbetet. I de fall det har varit möjligt kommer aktiviteternas genomförande att beskrivas. För beskrivning av Transportation Managers metoder se avsnitt 9.2.

Insamling av data

En väsentlig del för att projektet ska kunna genomföras är naturligtvis att fylla tabeller i skolskjutsdatabasen med data om elever, skolor och existerande hållplatser. För att kunna utföra ruttplanering måste det också finnas ett nätverk, som är möjligt att göra nätverksanalyser på. Kristianstads kommun har bestämt sig för att använda sig av Lokal Vägdatabas (LV) som vägnät. Vid projektets slut fanns inte alla företeelser laddade i LV, men används ändå som en grund. För en bild av hur data hänger ihop, se figur 9.1 i avsnitt 9.1.

Insamling av data:

Elever – information om eleverna kommer från elevdatabasen. Elevernas adresser matchas mot Fastighetsinformationsregistret (FIR) och får en adresskoordinat, som används för att placera eleven i kartan.

Skolor – namn, adress och upptagningsområden kommer från elevdatabasen. Skolornas adresser matchas mot FIR.

Hållplatser – hållplatserna har mätts in av personal på Barn- och utbildningsförvaltningen med hjälp av en handburen GPS eller digitaliserats in med hjälp av kommunens kartverktyg Kartago. För varje hållplats har information lagts in om vilken eller vilka busslinje hållplatsen tillhör och om den tillhör förmiddags- eller eftermiddagsturen. Många av hållplatserna tillhör fler än en busslinje, så vid inmätningen mättes de hållplatserna in fler än en gång, vilket har inneburit ett merarbete vid behandling av hållplatserna i databasen. För att det ska vara till någon nytta att ha hållplatserna i en relationsdatabas, måste de vara unika.

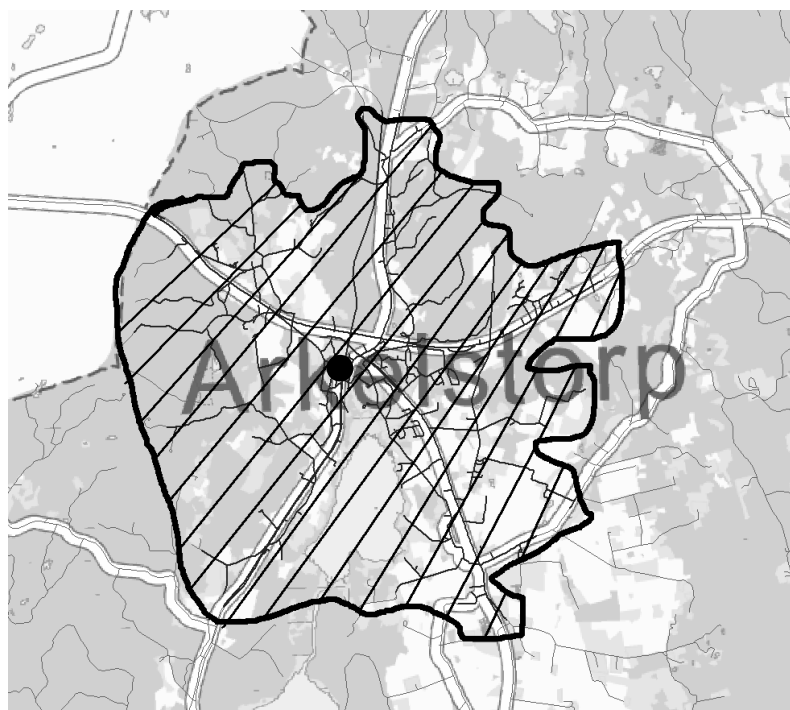
Hållplatserna som mättes in fler än en gång hade ibland olika stavade namn och koordinaterna överensstämde inte helt. Därför var det svårt och tog tid att få ut de unika hållplatserna, men det var ett nödvändigt arbete för att kunna koppla ihop hållplatserna med vilka linjer och turer de tillhörde.

Vägnät – ett nätverk har skapats från vägdatabasen med hjälp av script som Astando (jfr. avsnitt 8.1) har tagit fram tillsammans med Stadsbyggnadskontoret. Vid uppdatering av information i vägdatabasen från kommunens sida ska också uppdatering av nätverket göras.

Grundläggande funktioner

Ett flertal grundläggande funktioner ska skapas. Till en del av funktionerna ska programskelett skapas, för att till slut kunna användas som ett kommando i GIS-verktyget. Inom examensarbetet har ett kommando för att visa skolskjutszoner implementerats. Implementationen har skett i Visual Studio 2005. Detta kommando utför följande operationer:

- a) **Adressätta alla elever från FIR och elevdatabasen** - Alla elever adressätts från Fastighetsinformationsregistret (FIR) och elevdatabasen. Genom adressättningen är det möjligt att placera eleverna geografiskt i kartan. Funktionen var redan gjord före examensarbetets början. Ett fåtal elever har inte adressmatchats på grund av felaktiga adresser i elevdatabasen, vilket måste åtgärdas innan en GIS-applikation används i skarpt läge.
- b) **Trigga förändring av elevregister** - Vid förändring av elevregistret ska nya boendeadresser uppdateras, nya elever föras in och avflyttade elever tas bort. Uppdateringar kommer i framtiden att göras minst en gång om året, före planeringen av skolskjuts för nästkommande läsår.
- c) **Generera skolskjutszoner** - Med vägnätet från vägdata-basen har skolskjutszoner från alla skolor skapats genom nätverksutbredningar i ruttplaneringsverktyget. Nätverksutbredningarna visas i kartan som en tjock linje i en utmärkande färg. De vägar och det området som ligger utanför nätverksutbredningarna är det som kallas för skolskjutszon. Figur 9.3 visar nätverksutbredningar på 3 000 meter från en skola i Arkelstorp för årskurs 4-6. Utanför det streckade området är skolskjutszonen för årskurs 4-6, det vill säga där en elev ska bo för att bli skolskjutsberättigad. Skolskjutszonerna är olika beroende på vilken årskurs de avser och vilka årskurser som finns på skolan.



Figur 9.3. Utanför det streckade området är skolskjutszonen för årskurs 4-6 på Spängerskolan i Arkelstorp.

Avstånd som krävs för respektive årskurser:

- åk 0-1: 1500 m
- åk 2-3: 2500 m
- åk 4-6: 3000 m
- åk 7-9: 4000 m

På varje skola går flera årskurser från årskurs 0 till 9, men på de flesta av skolorna är det endast några av årskurserna som går där. Om skolskjutszoner för varje grupp görs från alla skolorna kommer det att finnas elever som inte blir berättigade till skolskjuts

trots att de har tillräckligt långt avstånd för att bli skolskjutsberättigade. Därför måste en objektmängd göras med skolor som har de årskurser som omfattas av de olika grupperna. Som exempel kan tas Färlöv skola som har årskurserna 0 till 5. Där är skolan med i objektmängden för grupp 0-1, 2-3 och 4-6, vilket innebär att skolskjutszoner för dessa årskurser har skapats för Färlövs skola.

- d) **Beräkna hållplatstillhörighet för elever** - Varje skolskjutsberättigad elev får den närmaste hållplatsen tilldelad sig genom "Find Closest Stop" i ruttplaneringsverktyget. Resultatet av körningen läses ut till en tabell i skolskjutsdatabasen, där eleverna kopplades ihop med hållplats-id. De elever som bor längre bort än ett visst avstånd från hållplatsen (se avsnitt 2.1) är berättigade till taxi från bostaden, antingen till hållplatsen eller i de flesta fall till skolan. Resultatet som fås med hjälp av ruttplaneringsverktyget är endast de elever som är berättigade till taxi med hänsyn till längd på färdvägen. De framtagna eleverna är bara en del av de elever som enligt skolskjutsplaneraren är berättigade till taxi. Anledningen är att de flesta elever som blir taxiberättigade bor på platser där de har farlig väg till skolan.
- e) **Skapa urvalet "Berättigade till skolskjuts"** – De elever som bor i skolskjutszonen för sin årskurs är berättigad till skolskjuts. För att vara berättigad till skolskjuts måste eleven gå på tilldelad skola. Detta innebär att alla elever på en friskola inte finns med i tabellerna i projektet. Eleverna på särskolorna finns heller inte med i tabellerna, eftersom deras skolskjuts sköts i ett särskilt system utanför projektet. Med GIS-verktyget ställs en rumslig fråga, som definierar relationen mellan två objekttyper. Här används metoden för att få fram de elever som inte bor inom ett visst avstånd från respektive nätverksutbredning. Svaret på frågan, som bland annat blir personnumret på de elever som är skolskjutsberättigade, läses ut från GIS-verktyget till en tabell i skolskjutsdatabasen. Den utlästa tabellen kopplas genom personnumret ihop med elevtabellen i skolskjutsdatabasen. I elevtabellen markeras om en elev är skolskjutsberättigad eller inte. För mer detaljer om hur de skolskjutsberättigade eleverna tas fram, se appendix A. Observera att bara de elever som är berättigade med avseende på avstånd kommer att markeras som skolskjutsberättigade. De elever som har särskilda skäl, som farlig skolväg, måste fortfarande markeras manuellt.
- f) **Skapa urvalet "Skolskjutsform"** – De skolskjutsberättigade eleverna ska tilldelas vilken sorts skolskjuts de är berättigade till. Här finns två alternativ: buss eller taxi. De flesta elever är berättigade till buss, men det finns de elever som har så pass långt till närmaste hållplats, att de är berättigade till taxi. Resultatet som kommer från funktionen "Beräkna hållplatstillhörighet för elever" har kolumnen längd. Utifrån den kolumnen går det att ställa en fråga om vilka elever som har längre till hållplatsen än tillåtna längden (se avsnitt 2.1). Frågan läses ut från GIS-verktyget till en tabell i skolskjutsdatabasen. Den utlästa tabellen kopplas ihop med elevtabellen i skolskjutsdatabasen med avseende på personnummer. I elevtabellen markeras om eleven är buss- eller taxiberättigad.
- g) **Beräkna rutt/beläggning för skolbuss** - Målet med funktionen är att kunna få ut en rapport med namn på ruttens hållplatser, restid mellan hållplatser, vilka elever som ska hämtas upp, antal körda kilometer och total tid för rutt. Eftersom det i LV ännu inte finns tillräckligt med information, bland annat finns inte hastighetsgränser för alla vägar, går det inte att inom examensarbetets ram färdigställa denna punkt. Det går därför inte att avgöra om en tur tar mer än den fastställda maxgränsen på 50 minuter. Det finns heller inte tillräckligt med vägnamn i vägdata-basen, vilket innebär att det inte går att göra en fullständig rapport, där det beskrivs vilka vägar bussen ska ta för att hitta till hållplatserna. Däremot går det att få fram en rapport med de hållplatsnamn som

rutten omfattar och de elever som ska åka med på den aktuella turen. När vägdata-basen har blivit laddad med den information som saknas kommer dessa punkter att kunna uppfyllas.

11.2 **Beslutsprocess**

Beslutsprocessen som beskrivs i avsnitt 3.1, handlar om trafikplanering och kommer här att följas för ruttplanering för skolskjuts i Kristianstads kommun. Tio linjer har valts ut och digitaliserats av skolskjutsplaneraren. De hållplatser som tillhör de utvalda linjerna har grupperats och använts för att skapa en rutt med skolan på linjen som ändhållplats. Rutterna har skapats med hjälp av ”Best Path” i Transportation Manager som beskrivs i avsnitt 9.2. Sju av linjerna visade sig få nästan identiska sträckningar som de befintliga linjerna. Övriga tre linjer hade så pass stora skillnader att det är intressant att göra en jämförelse mellan dessa linjer och deras motsvarande befintliga linjer.

1. Probleminventering och nulägesbeskrivning.

De busslinjer som finns i nuläget är bestämda av skolskjutsplaneraren utifrån vad som har fungerat i flera år. När det kommer till nya hållplatser till en busslinje kan det vara svårt att avgöra vilken sträckning som är den bästa. För att få fram den bästa sträckningen gäller det att definiera vad som egentligen innebär att en sträckning är bäst. Bäst kan vara att sträckan är kortast möjligt, snabbast eller bero på annat. I skolskjutsplanering är det inte de kriterierna som är de viktigaste, utan först och främst är det elevernas säkerhet det handlar om. Det får gärna ta några minuter extra för bussen att köra, om det betyder att eleverna kan hämtas upp på rätt sida av vägen, så att de slipper korsa en stor väg.

Andra kriterier är om det är möjligt för bussen att vända på ett smidigt sätt, dessutom är det tidsmässigt oftast bättre att låta en buss köra en extra runda istället för att den ska tvungen att backa. Kommunen strävar också efter att eleverna inte ska behöva sitta orimligt länge på bussen, vilket ibland innebär att bussen kör släpper av elever i lägre årskurser på en skola och kör samma väg tillbaka igen och hämtar upp nya elever i högre årskurser, fast det kan bli längre sträcka bussen måste köra.

Bussarna får bara köra på tillräckligt stora vägar och vägar som är framkomliga året runt. En del mindre vägar har till exempel ingen snöröjning på vintern, vilket gör det svårt att garantera att bussen alltid kan ta sig fram på den.

2. Målformulering.

Målen för linjernas rutter är:

- Bussen ska köra på tillräckligt stora vägar. I nuläget är det skolskjutsplaneraren som avgör om en väg är tillräckligt stor.
- Bussen ska bara behöva vända där det är möjligt för en buss att vända.
- Elever ska i möjligaste mån hämtas upp på rätt sida av vägen, det vill säga eleven ska inte behöva korsa en stor väg på väg till hållplatsen.

3. Utarbetande av planalternativ.

De första planalternativen är de befintliga digitaliserade linjerna för skolbussarna. Utgående från hållplatserna som tillhör de befintliga linjerna har en alternativ rutt för varje linje tagits fram med hjälp av Transportation Manager. De alternativa rutterna har beräknats med avseende på kortast väg.

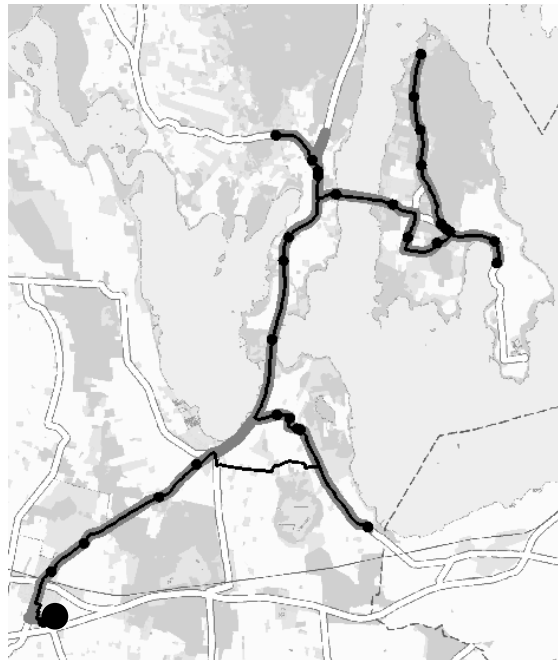
I figurerna 9.1-9.3 visas skolskjutsplanerarens digitalisering av hur bussen kör för att hämta upp alla elever längs med utvald befintlig linje. På den linjen ligger en linje som är Transportation Managers kortaste rutt via hållplatserna.

4. Värdering av planalternativ

Genom att jämföra det existerande alternativet med de två planalternativen går det att få fram en värdering av alternativen. Skolskjutsplaneraren i kommunen har fått göra en jämförelse mellan alternativen för varje linje, med avseende på de mål som ställts.

Linje 43

För linje 43 i figur 9.1, är de två alternativen närmast identiska, förutom en avstickare för Transportation Manager efter ungefär halva ruten. Det alternativet blir ungefär en kilometer kortare än det befintliga alternativet, men vägen är alldeles för liten för att kunna användas av en buss. Dessutom är den befintliga linjens väg snabbare, även om det innebär samma väg tillbaka. De elever som hoppar på längs med linjen behöver inte gå på förrän bussen är på väg tillbaka, vilket innebär kortare tid på bussen.



Figur 9.1. Linje 43. Den tjockare grå linjen är skolskjutsplanerarens digitalisering av befintlig linje, medan den svarta linjen är Transportation Managers kortaste rutt via hållplatserna, som symboliseras av svarta punkter.

Linje 71

I figur 9.3 visas linje 71. Här ska bussen enligt Transportation Managers alternativ vända bussen på ett flertal platser, mitt på en väg i flera fall. En av platserna som bussen ska vända på är enligt det alternativet mitt på en hårt trafikerad landsväg. I verkligheten är det mycket svårt att hitta ordentliga platser där en buss kan vända på. Därför är det bättre att bussen får köra rundor än att hålla på och backa, för att försöka vända. Även här sätts säkerheten främst och eleverna ska i möjligaste mån hoppa på bussen på rätt sida av vägen. I Transportation Managers alternativ finns det vissa hållplatser som kommer att göra att eleven får hoppa på bussen på fel sida av vägen.



Figur 9.3. Linje 71. Den tjockare grå linjen är skolskjutsplanerarens digitalisering av befintlig linje, medan den svarta linjen är Transportation Managers kortaste rutt via hållplatserna, som symboliseras av svarta punkter.

5. Val av alternativ.

Ingen av rutterna som Transportation Manager fick fram uppfyllde alla mål som satts upp i målformuleringen. För alla rutterna fanns det vägar som var för små för att vara farbara för en buss. För två av rutterna hade bussen behövt vända på platser som inte är möjligt för en buss att vända på. På dessa turer skulle också elever få hoppa på bussen på fel sida av vägen. Tillsammans innebär detta att de inte uppfyller en säker busstur för eleverna, vilket innebär att ingen av rutterna är lämpliga att använda istället för de befintliga turer. Eftersom Transportation Manager använder sig av ett vägnät i vägdatan som inte har klassificerade vägar, blir det svårt att göra en ordentlig ruttplanering. För att få ett mer

korrekt resultat av analysen måste vägarna klassificeras, bland annat enligt vilken sorts väg det är, bredd på vägen och hur trafikfarlig en väg är.

Val av alternativ blir alltså de befintliga rutterna, eftersom de uppfyller alla målen.

6. Genomförande av planen.

Eftersom skolskjutsplanerarens alternativ visade sig vara bättre än de alternativ Transportation Manager tog fram kommer inget att ändras för busslinjerna.

7. Eventuell revidering.

Varje gång det kommer till elever som innebär att en ny hållplats skapas, kan en ny planeringsprocess köras igång.

12 Diskussion

12.1 Problem under arbetets gång

I ett projekt uppstår det ofta problem, där en stor del av projektets tid måste läggas ner på att hitta lösningar. Även i detta projekt har det uppkommit problem nedan diskuteras de största problemen och hur de skulle kunna lösas.

Inmätning av hållplatserna för skolbussarna gjordes av kommunen innan examensarbetets början så bearbetningen av hållplatserna har varit ett problem som har tagit en del tid. Många av hållplatserna mättes in flera gånger, medan andra helt har glömts bort att mätas in. Problemet med att en del hållplatser mättes in flera gånger kunde lösas, men tog mycket tid i anspråk. Detta hade kunnat lösas genom att sätta upp en struktur för hur hållplatserna skulle lagras redan innan de mättes in. Strukturen skulle innebära att alla hållplatserna mättes in en gång och lades in i en tabell, medan vilka hållplatser som tillhörde vilka turer fanns i en annan tabell. Detta skulle ha lett till att strukturen skulle ha sett ut som den gör idag, men med betydligt mindre tid nedlagt på att ordna upp oredan som inmätningen ledde till.

Ett av de största problemen har varit vägnätet. Nätet är komplett när det gäller alla vägar, men det är inte komplett när det gäller klassificering av vägarna. En del vägar är inlagda som till exempel cykelväg eller motorväg, men långt ifrån alla vägar har någon klassificering över huvudtaget. Eftersom vägarna inte är klassificerade på ett fullständigt sätt leder det till att resultatet av analysen blir fel.

För nätverksutbredningar från skolorna som ger skolskjutszoner kan resultatet bli helt fel. En elev får endast ta sig fram på vägar som inte anses trafikfarliga för att ta sig till och från skolan. Till exempel motorvägar och landsvägar med en hastighetsgräns på 90 km i timmen som är utan särskild gångväg kan anses som trafikfarliga. Om vägarna inte är tillräckligt bra klassificerade innebär det att nätverksutbredningarna kommer att ta sig över de vägar som anses trafikfarliga, vilket gör att en elev kan få en kortare väg till skolan än den borde. Detta leder till att elever som borde ha blivit skolskjutsberättigade med avseende på längd inte blir det, eftersom deras kortaste skolväg innebär att de ska korsa en motorväg.

Samma sak gäller vid ruttplanering där bussarna ska köra mellan hållplatserna på en busslinje. Som beslutsprocessen i avsnitt 11.2 har flera av rutterna blivit fel på grund av att vägarna inte har blivit korrekt klassificerade. Analysen ger resultatet att bussen ska köra på cykelvägar, vända mitt på en hårt trafikerad väg och hämta upp elever på fel sida av vägen. Resultatet kan ge en kortare väg för bussen att köra, men det tar inte hänsyn till hur det faktiskt ser ut i verkligheten.

Resultatet kommer inte att bli helt korrekt om det inte finns inmatat i modellen som analysen körs på hur verkligheten verkligen ser ut. Verkligheten är komplex och det går inte att avspegla den helt. För att få ett mer korrekt resultat måste vägarna klassificeras så noggrant som möjligt. De måste för varje länk i vägnätet finnas information om vilken sorts väg det är, om det finns möjlighet för en buss att vända, bredden på vägen och vilken sorts underlag vägen har. Mycket av den informationen finns redan i olika databaser i kommunen, men de finns ännu inte inlagda i det vägnät som används i projektet. Vägnätet är tänkt att användas i framtiden i kommunen och var anledningen till att det valdes i projektet.

I avsnitt 11.2 redovisas att all nödvändig information inte finns i vägnätet och antagligen inte kommer att finnas i framtiden heller. Det kommer troligen alltid att finnas fel i hur verkligheten överförs till en modell och hur en dator ska tolka informationen. Datorn tolkar informatio-

nen som är inlagd på ett korrekt sätt, men om inlagd information innehåller fel kommer också resultatet att bli fel.

Resultatet som kommer ut från analysen går inte att bara använda och säga att det här är korrekt. Skolskjutsplaneraren måste analysera resultatet för att kunna bestämma om det är rimligt eller inte. I beslutsprocessen kom skolskjutsplaneraren fram till att resultatet av ruttplaneringen inte var ett resultat som skulle kunna användas eftersom det fanns många fel som inte tog hänsyn till hur bussen kunde köra eller att en elev inte fick korsa en väg.

Ett GIS-verktyg som används i skolskjutsplaneringen är ingen garanti att resultatet som kommer ut från analyserna blir helt korrekt. Det gäller alltså att inte lita fullständigt på ett GIS-verktyg som hjälper till med en automatiserad planering av skolskjuts. GIS-verktyget ska vara ett stöd för skolskjutsplaneraren. Det kommer inte att vara så att hela skolskjutsplaneringen blir löst genom att använda sig av ett enda kommando. Fortfarande är det så att mycket måste göras manuellt, men förhoppningen är att det ska ta mindre tid samt att mänskliga faktorer och fel minskas.

12.2 Rekommendationer för framtiden

Det finns andra förvaltningar inom kommunen som skulle ha nytta av att använda sig av GIS vid planering. I de mjuka sektorerna har vi bland annat vård och omsorg där det tillkommer och försvinner vårdtagare kontinuerligt. I hemtjänsten åker personalen runt till vårdtagarna och varje vårdtagare har en bestämd tid för när och hur länge personalen ska vara hos dem. Användning av GIS kan här ske genom att visa upp alla vårdtagare i kartan och att göra ruttplanering varje dag eller en gång veckan. Alla vårdtagare har inte hjälp eller samma hjälpbehov varje dag, vilket innebär att en ruttplanering måste göras ofta. Ruttplanering kan göras med tidsfönster, det vill säga att varje vårdtagare får en tidsram för när personalen ska vara hos dem och hur länge. Ett ruttplaneringssystem för hemtjänsten skulle bli mer komplicerat än ett ruttplaneringssystem för skolskjutsar, eftersom det handlar om många vårdtagare som ska besökas av ett antal personer från hemtjänsten. Dessutom är det inte så att vårdtagare ligger på en viss rutt som skolskjutslever gör. Rutterna kan ändras för varje dag beroende på vilka vårdtagare som ska besökas, vilket måste tas hänsyn till när ruttplanering görs. Först måste därför vårdtagarna delas upp på vilken personal som ska besöka dem och sen ska en optimering av en rutt för varje fordon göras.

Inom vård och omsorg finns också ”fixar-Malte” som kommer hem till personer i kommunen som är över 67 år eller har en lättare funktionsnedsättning och hjälper dem med lättare sysslor, som att skruva i en glödlampa, sätta upp gardiner och ordna halksäkra mattor. Ideén med fixar-Malte är att antalet fallolyckor som ofta sker vid dessa sysslor ska minska och på så sätt minska kostnader för vård och omsorg. Fixar-Malte har varje dag uppdrag i olika delar av kommunen och utgår från en specifik plats. Önskemål har uttryckts om ett ruttplaneringsverktyg som hjälper till att planera för dagens besök. Ett sådant önskemål är enklare att utföra än för hemtjänsten. Här är det endast ett fordon som ska tillfredsställa alla kunders behov, vilket innebär att kunderna inte först måste delas upp på olika fordon för att sen ta fram optimerade rutter för varje fordon, utan ruttplaneringen måste bara göras för ett fordon, som tar hand om alla kunders behov.

Ett ruttplaneringssystem skulle även vara lämpligt i andra verksamheter i kommunen, såsom renhållning och sotning. Här kan det bland annat handla om att få fram i vilken ordning sotarna ska besöka sina kunder och för renhållningen kan det vara att få fram hur långt deras fordon kör varje dag.

13 Slutsatser

Som resultat av detta examensarbete har en tillämpning i Kristianstads kommuns GIS-verktyg implementerats. Syftet med kommandot är att den person som ska använda sig av GIS i skolskjutsplaneringen ska kunna göra det utan att ha mer än de grundläggande kunskaperna i GIS. Kommandot är enkelt att använda eftersom de analyser som kan ses som svåra att förstå sig på görs i bakgrunden, utan någon aktiv medverkan av skolskjutsplaneraren. En webbapplikation för att visa upp fördefinierade frågor har också utförts som kan användas av skolskjutsplanerare men även av skolbusschaufförer och elever och deras föräldrar.

I examensarbetet har en utvärdering gjorts av ruttplaneringsverktygets rutter för samma hållplatser som befintliga linjer. Utvärderingen resulterade i att de befintliga linjerna var de som fungerade bäst i verkligheten på grund av god praktisk kunskap av nuvarande skolskjutsplanerare och att vägnätets klassificering inte var tillräckligt bra. Med bättre klassificering hade resultatet antagligen blivit bättre. En jämförelse där alla elever varit en mängd och de skolbussar som finns i kommunen skulle hämta upp eleverna på ett optimalt sätt oavsett vilka hållplatser som ursprungligen tillhörde en linje skulle troligtvis ge ett annorlunda resultat. Men det har inte varit en del av uppdraget i examensarbetet, vilket har gjort att det inte lagts ner någon tid på att försöka få till optimalitet efter dessa förutsättningar. Det skulle däremot vara en intressant fortsättning.

När det gäller potentiella problem är kvalitet på indata viktigt. För att få hög kvalitet på resultatet av en analys måste kvalitet på indata vara hög. I examensarbetet blev det svårt att få hög kvalitet på resultatet av analysen eftersom indata i form av vägnätet inte var tillräckligt bra klassificerat. Detta ledde till att antalet elever som i nuläget finns i skolskjutsdatabasen inte är kvalitetssäkrat. Utifrån resultatet från analysen måste därför skolskjutsplaneraren som har erfarenhet av antalet skolskjutsberättigade elever i ett område analysera resultatet och därifrån ta beslut om resultatet är rimligt.

Även om resultaten från de ruttplaneringar som utförts i examensarbetet inte har blivit helt rätt, har syftet gällande metodiken för skolskjutsplanering med hjälp av GIS uppnåtts. Andra kommuner kan ta lärdom av hur skolskjutsplanering kan utföras med GIS och hitta metoder för hur den kan utföras. Kommunerna kan titta på de problem som uppstått under projektet och hur de kan lösas.

Referenser

Tryckt material

- Andersson, Mia, 2002, *Etik och geografisk information - Etiska avvägningar och möjligheter till reglering*, ULI-rapport 2002:1, Gävle.
- Eklundh, Lars, red., 2003, *Geografisk informationsbehandling – metoder och tillämpningar*, Formas, Stockholm.
- Garcia-Molin, H., Ullman J. & Widom J. 2002, *Database systems: The complete book*, Pearson Education Ltd, London.
- Gummesson, Mats, 2003a, *Barns resor med särskild inriktning på buss- och taxiresor till och från skolan*, Vägverket, Publikation 2003:21.
- Gummesson, Mats, 2003b, *Skolskjutsning ur ett historiskt perspektiv*, Vägverket, Publikation 2003:22.
- Harrie, Lars, 2003, *Lecture notes in GIS algorithms*, Kurs; Algoritmer i GIS
- Heuvelink, Gerard B. M., 1998, *Error propagation in environmental modelling with GIS*, Taylor & Francis Ltd, London.
- Holmberg, Bengt & Hydén, Christer, 1996, *Trafiken i samhället*, Studentlitteratur, Lund.
- Khakee, Abdul, 2000, *Samhällsplanering: Nya mål, perspektiv och förutsättningar*, Studentlitteratur, Lund.
- Lantmäteriverket, 1994, *HMK Juridik*, Gävle.
- Lundgren, Maud G., Jörnsten, Kurt O. & Madsen, Oli B. G., 1993, *Handbok i ruttplanering*, Transportforskningsberedningen, Stockholm.
- Regeringens proposition 1997/98:182. *Strategi för att förverkliga barnkonventionen i Sverige*.
- Regeringens proposition 2005/06:160. *Moderna transporter*.
- Regeringens skrivelse 2001/02: 166. *Barnpolitiken – arbetet med strategin för att förverkliga FN:s konvention om barnets rättigheter*.
- Samuelsson, Lisa, 2007, *Geografiska informationssystem inom hälsovård och skolförvaltning – möjliggör bra beslut och effektivare verksamhet!*, ULI-rapport 2007:1, Gävle.
- SFS 1949:105, Tryckfrihetsförordningen.

SFS 1970:340, Förordning om skolskjuts.

SFS 1980:100, Sekretesslagen.

SFS 1985:1 100, Skollagen.

SFS 1993:1 742, Lagen om landskapsinformation.

SFS 1998:204, Personuppgiftslagen.

Stanli, 1996, *GIS-Ordboken*, SIS Förlag, Stockholm.

Sörensen, G., Anund, A., Wretling, P., Törnström, EM., Falkmer, T. & Matstoms, Y., 2002, *Trafiksäkerhet vid skolskjutsning – Slutrapport*, VTI Rapport 480.

Trafikutskottets betänkande 1992/93:TU35, Investeringar i trafikens infrastruktur m.m.

Worboys, Michael & Duckham, Matt, 2004, *GIS: a computing perspective*, CRC Press.

Internetkällor

Datainspektionen, 2008, *Vägledning för kommuner: Personuppgifter och e- förvaltning*,
<http://www.datainspektionen.se/Documents/vagledning-eforvaltning.pdf>.

Hämtat 2008-03-05.

Kristianstads kommun, 2007, *sökord: Om kommunen*, <http://www.kristianstad.se>.

Hämtat 2007-11-24.

Nationalencyklopedin (2008), *sökord: Handelsresandeproblemet*, <http://www.ne.se>.

Hämtat 2008-01-18.

Intergraph, 2007, *sökord: GeoMedia Professional, Transportation Manager*,

<http://www.intergraph.com>.

Hämtat 2007-11-30.

StrateGIS, 2008, *StrateGIS – 12 frågor och svar om GIS*,

http://www2.lst.se/strategis/kursmaterial/steg1/12_fragor.pdf.

Hämtat 2008-03-15.

Vägverket, 2008, http://www.vv.se/nvdb_default____12892.aspx.

Hämtat 2008-04-07.

Muntliga källor

Burrows, Martin, 2008, VD, Geospatial Solutions Sweden AB, föredrag på Kartdagarna i Jönköping, *Skolskjutsplanering i webbGISklient*, 2008-04-17.

Harrysson, Per-Åke, 2007, Skolskjutssamordnare, Kristianstads kommun,
personligt samtal 2007-10-31.

Persson, Mona, 2008, Administratör, Östra Göinge kommun, personligt samtal 2008-03-12.

Appendix A

I appendixet används tabellen *buf.sk_elev* som elevtabell. Som mellanlagringstabell används *lv_routing.sk_skolskjutsberattigade*. Från elevdatabasen ProCapita och tabellerna *kj1.kj1p0plk@proc.earth*, *ki0.ki0p0fol@proc.earth* och *kj1.kj1p0enh@proc.earth* hämtas information om eleverna.

Arbetsgång för framtagning av skolskjutsberättigade elever:

1. Uppdatera *buf.sk_elev* med elever som har börjat skolan och inte slutat. Endast elever som går i skolor med rätt till skolskjuts finns i tabellen, d.v.s. friskolor finns inte med. Även resursskolor och särskolor är utanför systemet då de sköts i ett separat system.

```
TRUNCATE TABLE buf.sk_elev;
```

```
INSERT INTO buf.sk_elev(pnr, sim_id, from_date, to_date, namn, ar-  
skurs, skol_id)
```

```
SELECT plk.personnr, 1, plk.placdatum, plk.datumtom, fol.efternamn || ', '  
|| fol.fornamn,
```

```
plk.arskurs, plk.enhkod
```

```
FROM kj1.kj1p0plk@proc.earth plk, ki0.ki0p0fol@proc.earth fol,  
kj1.kj1p0enh@proc.earth enh
```

```
WHERE plk.personnr = fol.personnr
```

```
AND plk.datumtom > to_char(sysdate, 'YYYYMMDD')
```

```
AND plk.placdatum < to_char(sysdate, 'YYYYMMDD')
```

```
AND fol.adrskydd <> 'J'
```

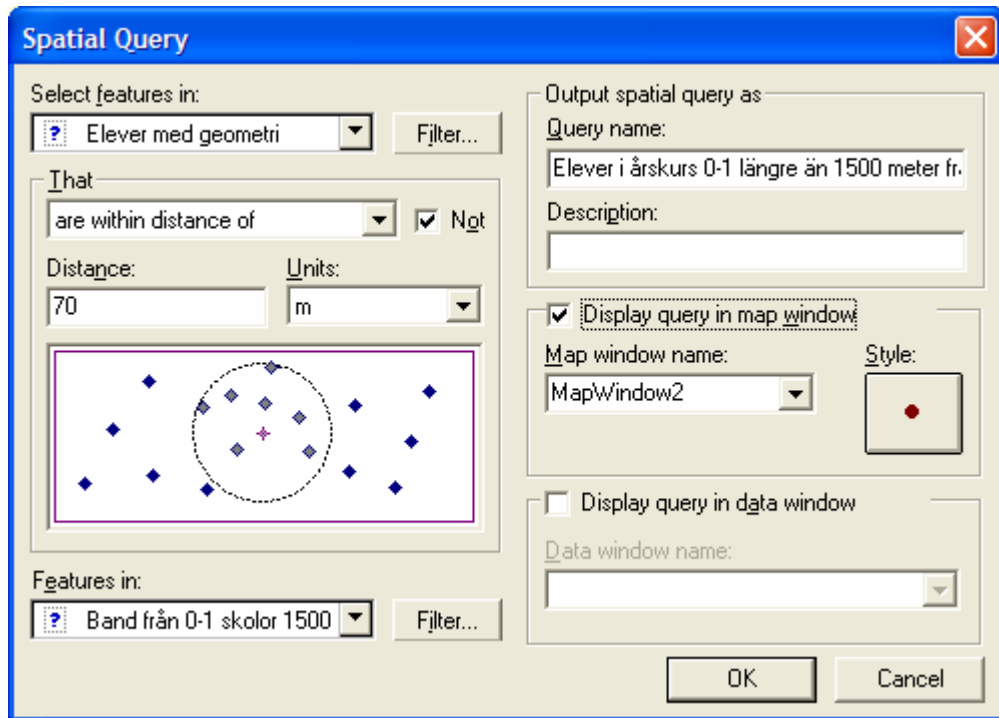
```
AND fol.avregdat = ' '
```

```
AND plk.enhkod = enh.enhkod
```

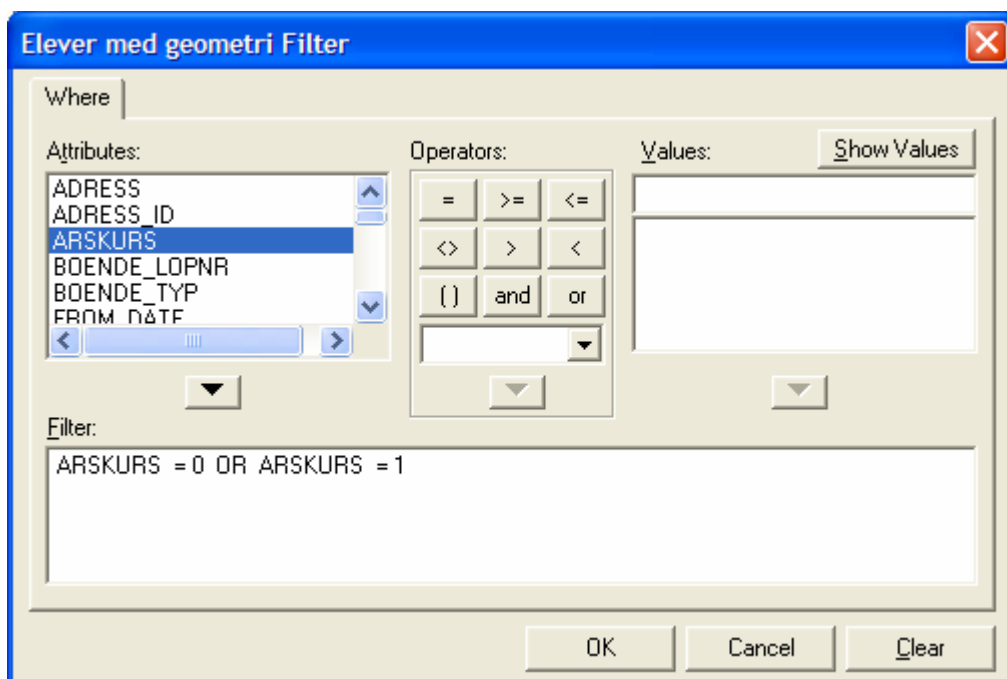
```
AND (enh.REGI = 523 OR enh.REGI = 524 OR enh.REGI = 434 OR  
enh.REGI = 0);
```

```
COMMIT;
```

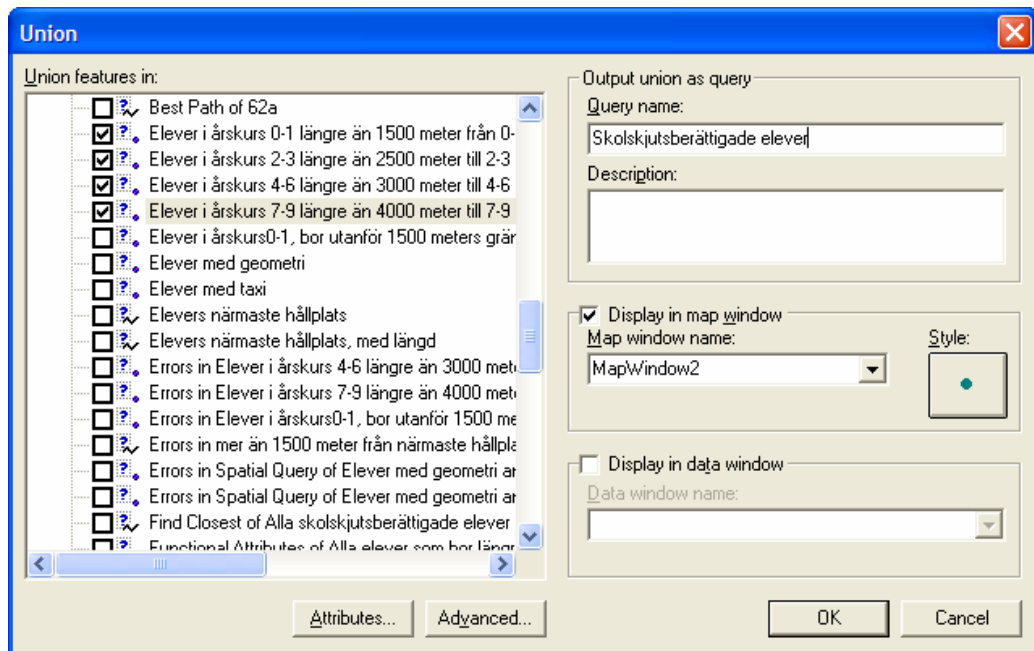
2. Nätverksutbredningar från skolorna har tidigare tagits fram i GeoMedia Professional. Gör en Spatial Query med de elever som inte bor inom 70 meter från nätverksutbredningarna. Ställ fyra frågor, en för varje årskursgrupp som har samma minsta skolskjutsberättigande längd (årskurs 0-1, 2-3, 4-6 och 7-9). Resultatet är de skolskjutsberättigade.



Välj Filter för eleverna. Välj de årskurser som frågan ska gälla.



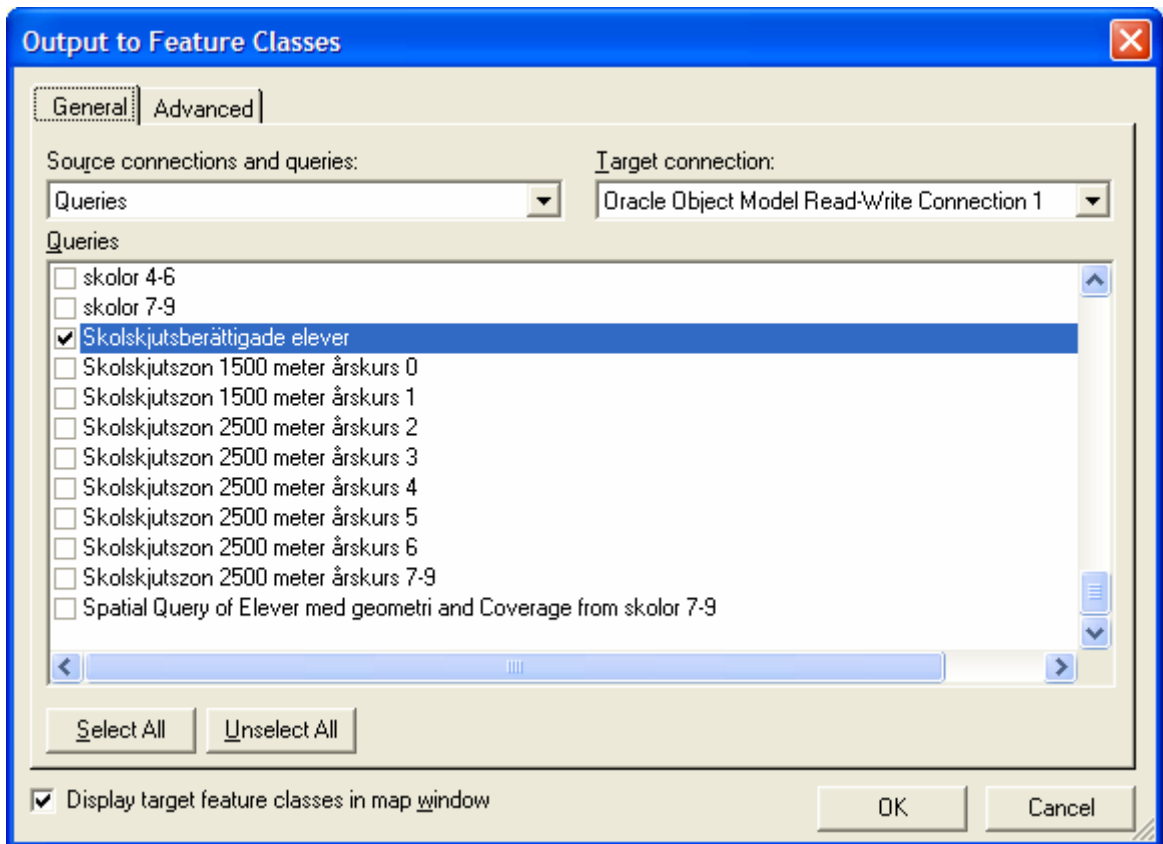
3. Gör en Union Query med frågorna från punkt 2. Namn: "Skolskjutsberättigade elever".



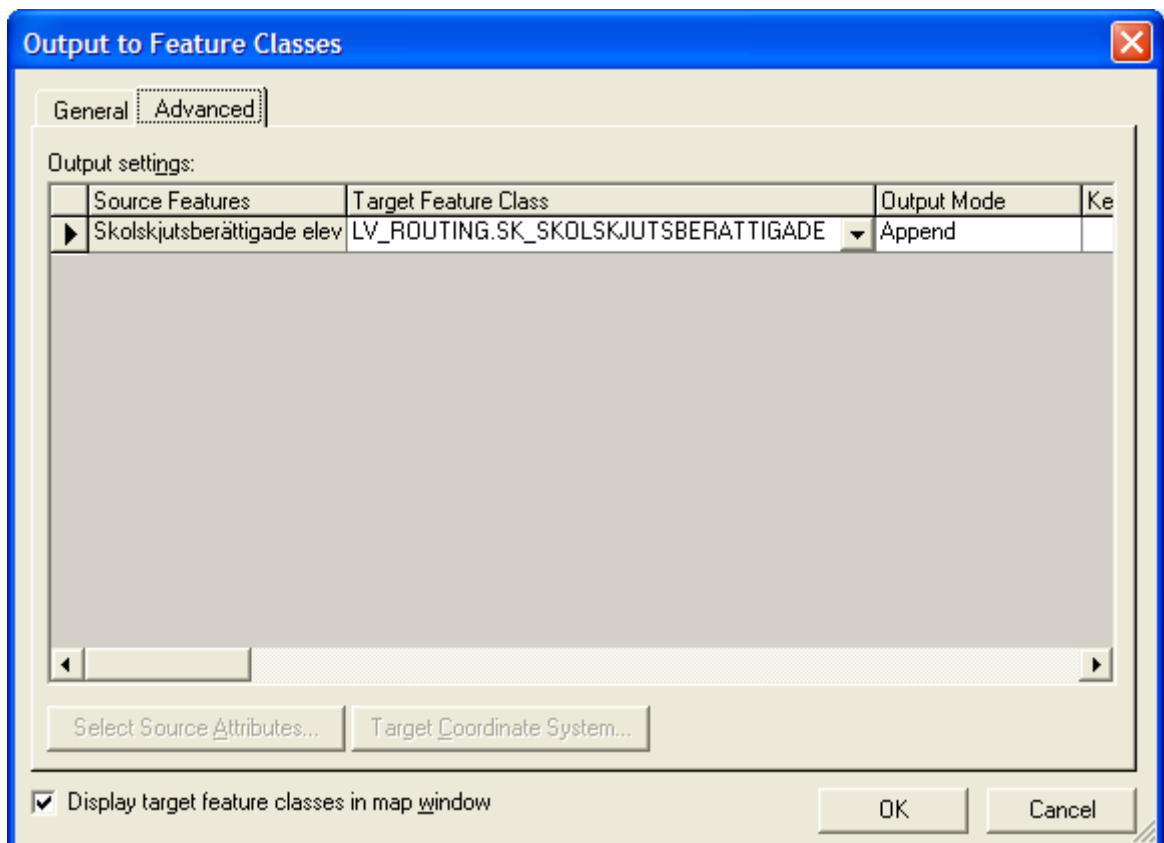
4. Töm tabellen lv_routing.sk_skolskjutsberättigade för att kunna läsa ut resultatet från föregående punkt till tabellen.

```
TRUNCATE TABLE lv_routing.sk_skolskjutsberättigade;  
COMMIT;
```

5. Läs ut resultatet från punkt 3 till tabellen lv_routing.sk_skolskjutsberättigade.
GeoMedia Professional → Warehouses → Output to feature classes
Välj en fråga, vars resultat ska läsas ut till en måltabell.



Välj måltabell som resultatet ska läsas ut till.



6. I nästa steg ska kolumnen skolsk_berattigad i buf.sk_elev nollställas. Elever med värdet 1 i kolumnen skolsk_berattigad är skolskjutsberättigade, är de inte skolskjutsberättigade är värdet 0.

UPDATE buf.sk_elev SET skolsk_berattigad = 0;

7. Sätt alla elever i lv_routing.sk_skolskjutsberattigade till skolskjutsberättigade.

UPDATE lv_routing.sk_skolskjutsberattigade SET skolsk_berattigad = 1;

8. Uppdatera eleverna i buf.sk_elev som är skolskjutsberättigade genom en join med lv_routing.sk_skolskjutsberattigade.

***UPDATE buf.sk_elev b SET b.skolsk_berattigad = (select a.skolsk_berattigad
FROM lv_routing.sk_skolskjutsberattigade a
WHERE a.pnr = b.pnr);
COMMIT;***

9. Alla elever har nu fått en markering för om de är skolskjutsberättigade eller inte!