

Lösning av snöröjningsproblemet
TAOP61 Projekt 4
HT2017 Linköpings Universitet

Adnan Avdagic, Carl-Martin Johansson, Joel Runesson

11 december 2017



Innehåll

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
2 Syfte	2
3 Metod	3
3.1 Delproblem	3
3.1.1 Testproblemet Colonia	3
3.1.2 Problemet Colonia	3
3.1.3 Problemet Skänninge norra	3
3.1.4 Problemet Åtvidaberg södra	4
3.1.5 Problemet Vadstena (vi vann va?)	4
3.2 Studentryd	4
4 Resultat	5
4.1 Colonia	5
4.2 Skänninge Norra	6
4.3 Åtvidaberg Södra	7
4.4 Vadstena	7
4.5 Studentryd	7
5 Diskussion	8
A Figurer	9

Tabeller

1 Colonia - Vineopt	5
2 Colonia - Snowplan	5
3 Skänninge Norra - Vineopt	6
4 Skänninge Norra - Snowplan	6
5 Åtvidaberg Södra	7

Figurer

1 Optimal körning för Vadstena då tid och kostnad är lika viktiga . .	9
---	---

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Denna rapport är ett delmoment i kursen TAOP61 på Linköpings Tekniska Högskola. Uppgiften som rapporten handlar om berör snöröjning och hur detta kan utföras på bästa sätt. Invånarna vill att vägarna ska skottas så snabbt som möjligt medan kommunen vill göra arbetet så billigt som möjligt. De vill i vissa fall att tiden är viktig och att arbetet ska gå fort och sätter då tidskostnaden multiplicerad med en variabel. Detta optimeras genom att använda programmen Vineopt och Snowplan.

Problemet ska behandlas som ett lantbrevbärrarproblem som är en variant av ett brevträarproblem. Ett brevträarproblem kan beskrivas som ett nätverk med ett antal noder med bågar emellan där brevträarturen ska täcka alla bågar. Snöröjning är ett bra exempel på detta eftersom att alla vägar ska skottas. I detta problem kan dock mer än ett fordon köra samtidigt och dela upp turen mellan sig vilket försvårar problemet avsevärt. Varje fordon kommer att få lägre kostnader då de slipper köra alla sträckor själv, men varje nytt fordon tillför en fast kostnad.

Definitionen av ett lantbrevbärrarproblem är att alla bågar inte behöver köras på, medan andra bågar är så kallade nödvändiga bågar som måste köras på. Vårt att påpeka är att de inte nödvändiga bågarna bara körs om det ger en bättre lösning. Därför blir detta projekt ett lantbrevbärrarproblem där varje fordon har en viss tur att köra men inte behöver skotta på alla vägar. För små problem och för problem utan tillgång till flera fordon blir lösningen trivial men för större problem med alternativet att använda fler fordon blir problemet komplext. För större problem finns det så många lösningar att någon form av heuristik måste användas för att få ett svar på uppgiften. Det är dock oklart hur långt ifrån optimum som heuristikens lösning är.

Mjukvaran Vineopt, som användes i detta projekt, behandlar de olika vägarna utifrån att användaren skapat kluster för varje fordon medan det andra programmet som användes, Snowplan, utgår ifrån användarens valda inställningar och optimerar turer genom att testa att byta fordonens täckta bågar mellan dem. Exempel på inställningar är vilken lösning programmet ska starta med och antalet iterationer som ska utföras.

2 Syfte

Syftet med projektet är att formulera en optimeringsmodell som löser ett lantbrevbärarproblemet som handlar om snöröjning i olika städer/stadsdelar. Detta optimeras under olika förutsättningar för att se hur många fordon som är optimalt att använda och hur de ska köra givet en viss viktning av tiden det tar att skotta alla vägar och kostnaden för detta. Vårt intresse ligger i att hitta ett optimalt antal fordon som till minimal kostnad skapar turer så att alla bågar täcks minst en gång.

3 Metod

Vi har använt Vineopt och Snowplan för att utföra optimeringen. Data över noder och bågar har förts in i Vineopt i de första problemen där vi först själva testat att optimera genom att flytta bågar manuellt. Dessa jämfördes sedan med resultat som fås via programmet Snowplan som kör ett givet antal iterationer med angivna metoder och söker bättre lösningar. Här användes en slumpmetod för att testa nya lösningar i Snowplan. Sista problemet är så stort att vi startade i Snowplan med egna valda vägsökningsmetoder. Lösningen av vilka fordon som kör vilka sträckor flyttas sedan vidare till Vineopt där vi med egen tankeförmåga hittade en ny bättre lösning genom att byta bågar mellan fordon. Detta baserades bland annat på hur lång tid varje fordon kör vilket kan ses i programmen. Efter detta skickades vägsträckorna tillbaka till Snowplan som återigen testat nya lösningar för att hitta optimum.

3.1 Delproblem

3.1.1 Testproblemet Colonia

- a) Lös problemet för ett fordon. Notera lösningen, totalkostnaden samt vilken tid röjningen tar.
- b) Finn en lösning för två fordon genom att för hand i Vineopt ange vilka länkar som ska åtgärdas av varje fordon. Försök att hitta en bra uppdelning. Notera bästa lösningen, totalkostnaden samt vilken tid röjningen tar.
- c) Finn en lösning för tre fordon på samma sätt som i uppgift 1b.
- d) Antag att man ger lika vikt vid tid och kostnad. Vilken lösning är bäst?
- e) Antag att tiden är dubbelt så viktig som kostnaden, dvs. tiden får vikten två och kostnaden vikten ett. Vilken lösning är då bäst?

3.1.2 Problemet Colonia

- a) Lös problemet för två fordon med heuristiken Snowplan. Jämför resultatet med uppgift 1b.
- b) Lös problemet för tre fordon med Snowplan. Jämför med uppgift 1c.
- c) Besvara frågorna 1d och 1e för dessa lösningar.

3.1.3 Problemet Skänninge norra

Detta problem löstes på samma sätt som Colonia, först i Vineopt och sedan i Snowplan.

3.1.4 Problemet Åtvidaberg södra

Finn lösningar för 1, 2, 3 och 4 fordon med Snowplan. Notera målfunktionsvärde, totalkostnad och tid, samt lösningstid för Snowplan. Finn bästa antal fordon med lika vikt vid tid och kostnad, samt med tiden dubbelt så viktig som kostnaden. Studera den bästa lösningen/uppdelningen i Vineopt.

3.1.5 Problemet Vadstena (vi vann va?)

Målet är att finna en mycket bra lösning för 6 fordon. Använd lika vikt på kostnad och tid. Kör först Snowplan. Notera hur lång tid de olika fordonen tar, speciellt vilket fordon som tar längst tid. Läs sedan in lösningen i Vineopt, och försök förbättra den genom att flytta bågar från en mängd till en annan. Gör några troliga förbättringar och spara dessa bågmängder på fil. Läs därefter in dem i Snowplan. Om man bara gör en iteration, får man direkt veta målfunktionsvärdet, och kan se om man lyckats förbättra lösningen. Man kan även köra fler iterationer i Snowplan, för att se om lösningen kan förbättras ytterligare. Välj den bästa av lösningarna och gör ytterligare försök att förbättra lösningen i Vineopt följt av Snowplan.

3.2 Studentryd

Här gör vi en optimering av Studentryd där tio stycken fordon ska skotta vägarna. Detta utförs helt slumpmässigt i Snowplan med hundra iterationer.

4 Resultat

4.1 Colonia

Tabell 1: Colonia - Vineopt

	1 Fordon	2 Fordon	3 Fordon
Totalkostnad [kr]	359	649	834
Tid [s]	159	88	63
Totalkostnad dubbel [kr]	676	738	897
Tid dubbel [s]	318	176	126

Ovan i tabell 1 återfinns värden från Vineopt över exemplet Colonia. ”Totalkostnad dubbel” är totalkostnaden för fallet då det anses viktigt att skotta bort snön så fort som möjligt, det vill säga då tiden multiplicerats med två. Det bästa alternativet för att skotta Colonia fås då ett fordon används, både vid lika vikt av tid och kostnad och då tid värderas dubbelt så viktigt.

Tabell 2: Colonia - Snowplan

	2 Fordon	3 Fordon
Totalkostnad [kr]	636	819
Tid [s]	90	69
Totalkostnad dubbel [kr]	725	888
Tid dubbel [s]	179	139

Ovan i tabell 2 återfinns värden från Snowplan över exemplet Colonia. Den bästa totalkostnaden för Colonia är då ett fordon körs både vid normala förhållanden och vid dubbel tid.

4.2 Skänninge Norra

Tabell 3: Skänninge Norra - Vineopt

	1 Fordon	2 Fordon	3 Fordon
Totalkostnad [kr]	2888	2464	2543
Tid [s]	1344	740	507
Totalkostnad dubbel [kr]	4231	3205	3049
Tid dubbel [s]	2688	1481	1014

Ovan i tabell 3 återfinns värden från Vineopt över exemplet Skänninge Norra. Billigaste snöskottningen fås genom att använda två fordon vid lika vikt av tid och kostnad, samt tre fordon vid dubbel vikt av tid.

Tabell 4: Skänninge Norra - Snowplan

	2 Fordon	3 Fordon
Totalkostnad [kr]	2309	2441
Tid [s]	645	476
Totalkostnad dubbel [kr]	2954	2917
Tid dubbel [s]	1289	952

Ovan i tabell 4 återfinns värden från Snowplan över exemplet Skänninge Norra. Det bästa värdet för Skänninge Norra är då två fordon kör efter Snowplans rutter. För dubbel tid är däremot tre fordon med rutter utformade av Snowplan bäst.

4.3 Åtvidaberg Södra

Tabell 5: Åtvidaberg Södra

	1 Fordon	2 Fordon	3 Fordon	4 Fordon
Totalkostnad [kr]	4 825	3 894	3 815	3 895
Tid [s]	2 312	1 166	840	674
Totalkostnad dubbel [s]	7 137	5 050	4 614	4 495
Tid dubbel[s]	4 6225	1 165	808	624

För Åtvidaberg Södra är den bästa lösningen för lika vikt av tid och kostnad att 3 st fordon används, medan om tiden är dubbelt så viktig ges den bästa lösningen av 4 st fordon.

4.4 Vadstena

Vid iteration sex i problemet Vadstena fick vi målfunktionsvärdet 11 968,01 och tiden detta tar är 1583,42 s. Figur 1 illustrerar detta grafiskt.

4.5 Studentryd

Efter 100 iterationer gav Snowplan ett målfunktionsvärde på 6 635 samt en tid för plogningen på 426,41 s. Detta är orealistiskt då vi alla vet att enbart en gata plogas i Ryd, om ens det.

5 Diskussion

Som framgår av uppgiften ovan har inga direkta diskussionsfrågor angivits men några intressanta punkter kan tas upp.

Våra resultat från Vineopt blev inte lika bra som Snowplans resultat i de första uppgifterna, vilket beror på att vissa delar är svårt att intuitivt lösa för oss människor. Vi sökte Eulerturer där alla bågar estetiskt körs en gång i högsta möjliga grad. I Snowplan såg vi bland annat att fordon drar upp plogen och lämnar vissa områden till andra vilket är svårlöst för människor att tänka sig in i för stora problem.

En annan intressant punkt är hur det optimala metodvalet i Snowplan ser ut. Det finns många olika sätt att testa vilka bågar som ska bytas mellan fordonen och för lekmannen är valet svårt. Vi såg att våra egengjorda lösningar i Vineopt gav bättre förbättringar av varje cykel än vad Snowplan gav vilket indikerar att den valda metoden i Snowplan inte var optimal. Att en heuristik använts medför att vi inte vet hur långt ifrån optimum vi befinner oss.

Till sist är det intressant att studera hur den viktade tiden förändrar resultatet. Helt andra lösningar blev optimala när tiden valdes som en viktigare faktor. Detta känns som en svår faktor i verkligheten eftersom det är svårt att säga hur viktigt det är med snabb snöskottning jämfört med att få det billigt utfört. Hur viktigt är det för invånarna och vad kan bedömas som en skälig tid för snöskottningen? När detta problem dessutom inte tar in variationer i snöfall över år eller förändringen över tid ger detta ytterligare försvårande faktorer. Ska problemet optimeras utefter genomsnittlig snönederbörd och i sådana fall ha problem vid år med mycket snönederbörd? Eller ska problemet optimeras för den maximala mängd snönederbörd som kan falla vilket genererar en dyrare lösning? Hur blir investeringen för framtiden i och med klimatförändringarna? Det finns således mycket intressanta delar som kan diskuteras vid beslutsfattande.

A Figurer



Figur 1: Optimal körning för Vadstena då tid och kostnad är lika viktiga