

Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Tillämpningsområden

- **Optimal mandatfördelning.**
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Mandatfördelning

I ett demokratiskt proportionellt valsystem ska mandaten i riksdagen fördelas så proportionellt som möjligt mot antalet röster partierna fick i valet.

Mandatfördelning

I ett demokratiskt proportionellt valsystem ska mandaten i riksdagen fördelas så proportionellt som möjligt mot antalet röster partierna fick i valet.

Man kan formulera och lösa en optimeringsmodell som minimerar oproportionaliteten.

Mandatfördelning

I ett demokratiskt proportionellt valsystem ska mandaten i riksdagen fördelas så proportionellt som möjligt mot antalet röster partierna fick i valet.

Man kan formulera och lösa en optimeringsmodell som minimerar oproportionaliteten.

Heltalsoptimering!

Mandatfördelning

I ett demokratiskt proportionellt valsystem ska mandaten i riksdagen fördelas så proportionellt som möjligt mot antalet röster partierna fick i valet.

Man kan formulera och lösa en optimeringsmodell som minimerar oproportionaliteten.

Heltalsoptimering!

De metoder som nu används i Sverige och många andra länder ger inte den bästa lösningen om det finns en riksdagsspärr.

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p ,

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p , totala antalet mandat: m .

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p , totala antalet mandat: m .

$d = m/p$: antal mandat per röst,

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p , totala antalet mandat: m .

$d = m/p$: antal mandat per röst, $1/d$: antal röster per mandat.

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p , totala antalet mandat: m .

$d = m/p$: antal mandat per röst, $1/d$: antal röster per mandat.

r_j : antal röster parti j fick.

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p , totala antalet mandat: m .

$d = m/p$: antal mandat per röst, $1/d$: antal röster per mandat.

r_j : antal röster parti j fick. x_j : antal mandat parti j ska få.

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p , totala antalet mandat: m .

$d = m/p$: antal mandat per röst, $1/d$: antal röster per mandat.

r_j : antal röster parti j fick. x_j : antal mandat parti j ska få.

$x_j = dr_j$ vore perfekt

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p , totala antalet mandat: m .

$d = m/p$: antal mandat per röst, $1/d$: antal röster per mandat.

r_j : antal röster parti j fick. x_j : antal mandat parti j ska få.

$x_j = dr_j$ vore perfekt om det vore heltal.

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p , totala antalet mandat: m .

$d = m/p$: antal mandat per röst, $1/d$: antal röster per mandat.

r_j : antal röster parti j fick. x_j : antal mandat parti j ska få.

$x_j = dr_j$ vore perfekt om det vore heltal.

Least Square/Gallagher index (G): $\sqrt{v/2}$ där $v = \sum_{j=1}^n (x_j - dr_j)^2$.

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p , totala antalet mandat: m .

$d = m/p$: antal mandat per röst, $1/d$: antal röster per mandat.

r_j : antal röster parti j fick. x_j : antal mandat parti j ska få.

$x_j = dr_j$ vore perfekt om det vore heltal.

Least Square/Gallagher index (G): $\sqrt{v/2}$ där $v = \sum_{j=1}^n (x_j - dr_j)^2$.

Sainte-Laguë (SL) index: $f(x) = \sum_{j=1}^n (x_j - dr_j)^2 / r_j$.

Mandatfördelning

Totalt antal röster: p , totala antalet mandat: m .

$d = m/p$: antal mandat per röst, $1/d$: antal röster per mandat.

r_j : antal röster parti j fick. x_j : antal mandat parti j ska få.

$x_j = dr_j$ vore perfekt om det vore heltal.

Least Square/Gallagher index (G): $\sqrt{v/2}$ där $v = \sum_{j=1}^n (x_j - dr_j)^2$.

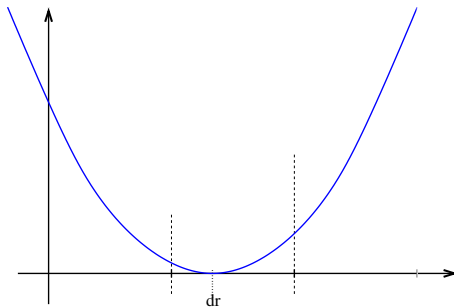
Sainte-Laguë (SL) index: $f(x) = \sum_{j=1}^n (x_j - dr_j)^2 / r_j$.

$$\min \quad f(x) = \sum_{j=1}^n (x_j - dr_j)^2$$

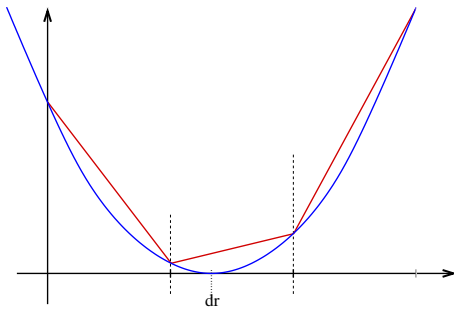
$$\text{då} \quad \sum_{j=1}^n x_j = m \quad (1)$$

$$x_j \geq 0, \text{ heltal, för alla } j$$

Mandatfördelning



Mandatfördelning



Riksdagsvalet i Sverige 2010

Parti	r_j	dr_j	KH	mSL	dHo	Ha	Dr	Res
M	1791766	104.91	106	106	107	107	107	107
C	390804	22.88	23	23	23	23	23	23
FP	420524	24.62	25	25	25	25	25	24
KD	33369	19.54	20	20	19	20	20	19
S	1827497	107.00	108	109	109	108	108	112
V	334053	19.56	20	20	20	20	20	19
MP	437435	25.61	26	26	26	26	26	25
SD	339610	19.88	21	20	20	20	20	20
Övriga	85023	4.98	0	0	0	0	0	
G-index			3.80	3.92	4.12	3.93	3.93	5.27
SL-index			0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31

Riksdagsvalet i Sverige 2014

Parti	r_j	dr_j	KH	mSL	dHo	Ha	Dr	Res
M	1453517	81.40	83	85	85	93	92	84
C	380937	21.33	23	22	22	22	22	22
FP	337773	18.92	21	20	19	19	19	19
KD	284806	15.95	18	17	16	16	16	16
S	1932711	108.24	110	112	114	109	109	113
V	356331	19.96	22	21	21	20	21	21
MP	429275	24.04	26	25	25	25	25	25
SD	801178	44.87	46	47	47	45	45	49
FI	194719	10.90	0	0	0	0	0	0
Övriga	60326	3.38	0	0	0	0	0	0
G-index			8.85	9.13	9.58	11.55	11.08	9.47
SL-index			0.86	0.84	0.84	0.90	0.88	0.84

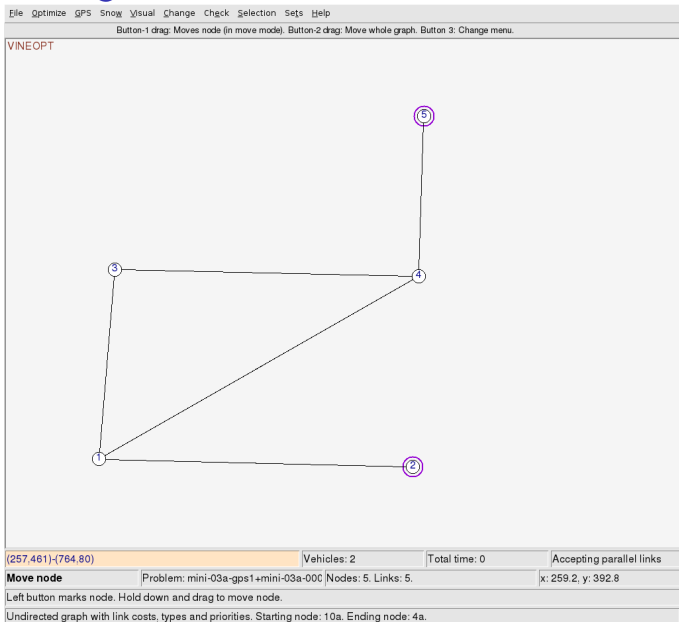
Riksdagsvalet i Sverige 2018

Parti	r_j	dr_j	KH	mSL	dHo	Ha	Dr	Res
M	1284698	69.22	70	70	71	70	70	70
C	557500	30.04	31	31	30	31	31	31
L	355546	19.16	20	20	19	20	20	20
KD	409478	22.06	23	22	22	23	23	22
S	1830386	98.63	99	100	101	99	99	100
V	518454	27.94	28	28	28	28	28	28
MP	285899	15.40	16	16	15	16	16	16
SD	1135627	61.19	62	62	63	62	62	62
FI	29665	1.56	0	0	0	0	0	0
Övriga	69472	3.74	0	0	0	0	0	0
G-index			3.23	3.29	3.79	3.23	3.23	3.29
SL-index			0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

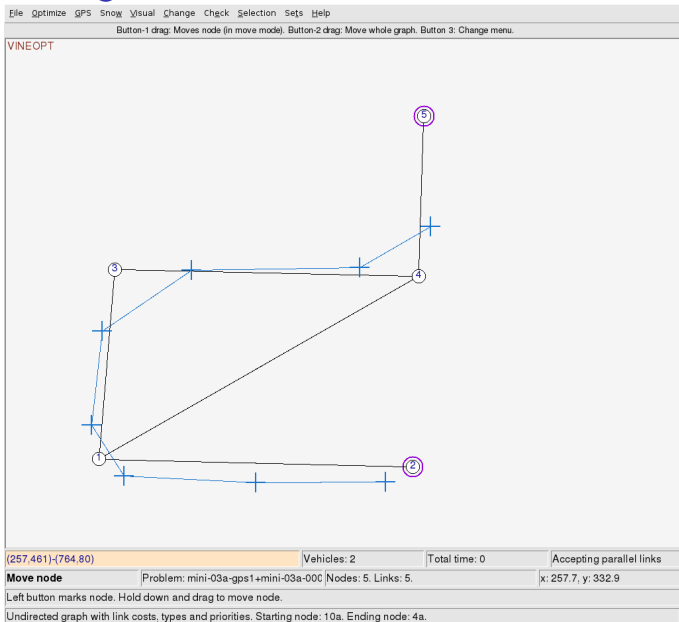
Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- **Optimal digital kartmatchning.**
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

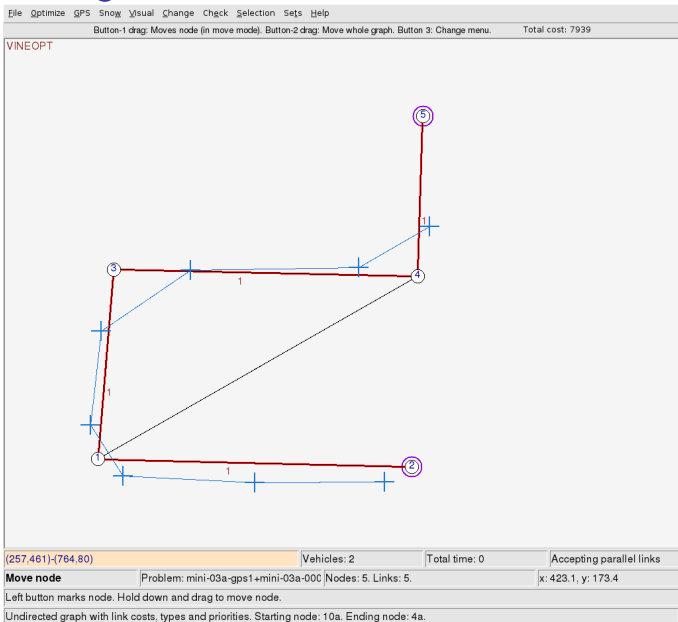
Kartmatching



Kartmatchingning



Kartmatching



Kartmatchning

Givet: Ett antal GPS-positioner. En digital karta (nätverk).

Fråga: Vilka gator (bågar) användes när GPS-positionerna gjordes?

Svårigheter: Fel i GPS-koordinaterna. Fel i kartan.

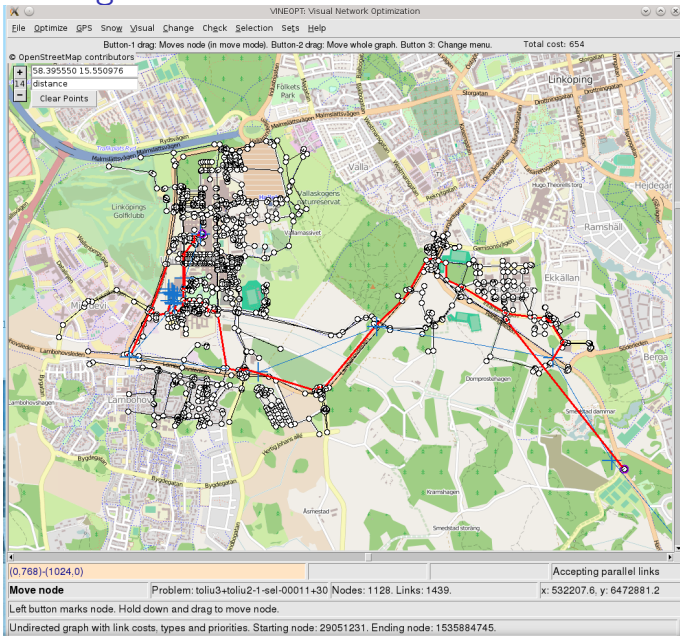
- Digitala kartor finns tillgängliga (OpenStreetMap, Google etc).
- GPS-data finns tillgängligt:
 - Bussar, taxi, snöröjningsfordon har numera GPS-enheter.
 - Mobiltelefoner (GPS-logger), DIY.

Används för att:

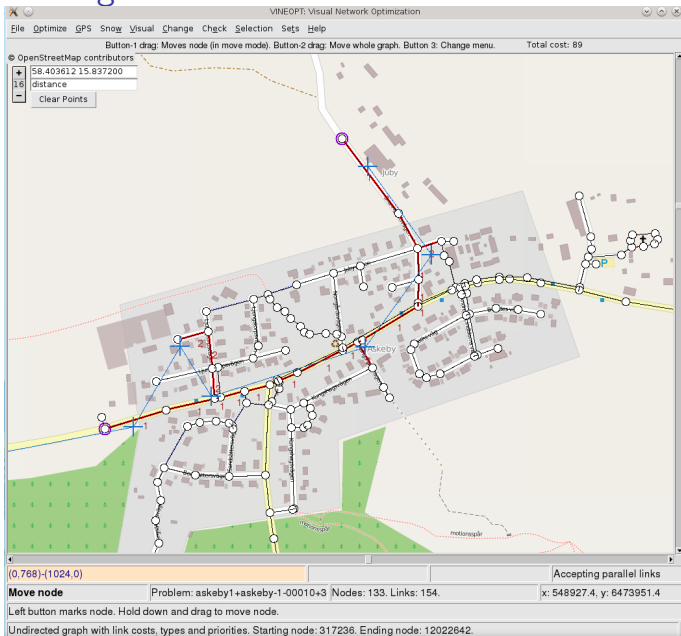
- spåra fordon, styra trafik, ruttning, navigering.
- analysera resor.
- samla in och beräkna indata för optimering.

Annars är kartan bara en *bild*! Trevlig att se på, men inte mer.

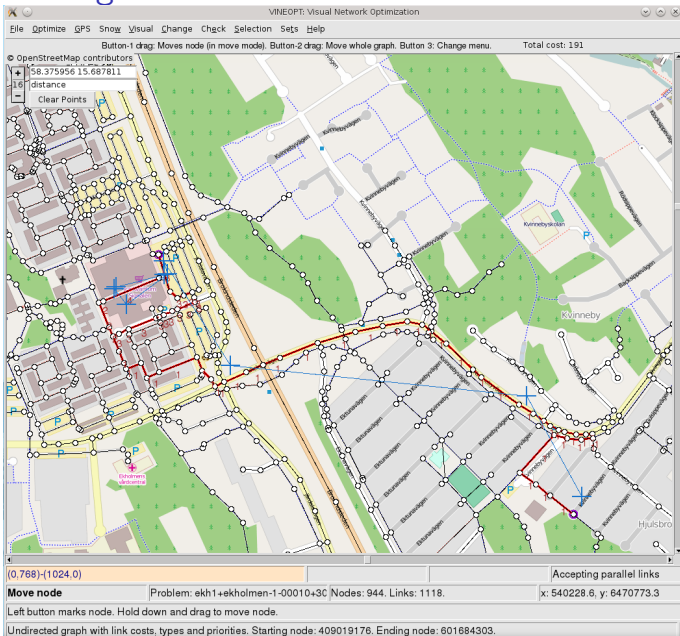
Kartmatching



Kartmatching



Kartmatching



Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- **Optimal formering av studentgrupper.**
- Optimal planering av militära attackmönster.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal planering av militära attackmönster.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Basgruppsindelning

No more student to choose group for

Group 1				Group 2				Group 3				Group 4			
HELLSING MATTIAS	Rem	Fix	Unfix	AL-MUFTI SUMMIA	Rem	Fix	Unfix	DUFBÄCK DENNIS	Rem	Fix	Unfix	FRÖBERG FELIX	Rem	Fix	Unfix
LINDMARK FANNY	Rem	Fix	Unfix	BÄNGERIUS SEBASTIAN	Rem	Fix	Unfix	FLEMING THEODOR	Rem	Fix	Unfix	HABBE LISA	Rem	Fix	Unfix
LINDSTRÖM JOHAN	Rem	Fix	Unfix	ESKILSSON SOFIE	Rem	Fix	Unfix	KRONKVIST EMMA	Rem	Fix	Unfix	JOHANNSEN FABIAN	Rem	Fix	Unfix
PERSSON STEPHANIE	Rem	Fix	Unfix	HERO EK PONTUS	Rem	Fix	Unfix	LIDHOLM RASMUS	Rem	Fix	Unfix	KVIST HANNA	Rem	Fix	Unfix
SILFVER ANTON	Rem	Fix	Unfix	HÅKANSSON FREDRIK	Rem	Fix	Unfix	NORDBERG ANDREAS	Rem	Fix	Unfix	POLBRATT FILIP	Rem	Fix	Unfix
SJÖLUND JONATHAN	Rem	Fix	Unfix	MONTALVO PHILIP	Rem	Fix	Unfix	SÖDERHOLM MATILDA	Rem	Fix	Unfix	RYDFALK VILLIAM	Rem	Fix	Unfix
SONNERT ADRIAN	Rem	Fix	Unfix	ODERVALL ALBIN	Rem	Fix	Unfix	TENGROTH ANTON	Rem	Fix	Unfix	ULANDER ALEXANDER	Rem	Fix	Unfix
WILANDER HJALMAR	Rem	Fix	Unfix	SPYROU NIKOLAS-KARL	Rem	Fix	Unfix	VONG CHI	Rem	Fix	Unfix	Number of persons: 7 Sum of asp 1: 674.00 Sum of asp 2: 2.00 Sum of asp 3: 650.00 Sum of repetition: 18333.33 Total penalty: 10182.33			
Number of persons: 8				Number of persons: 8				Number of persons: 8							
Sum of asp 1: 671.00				Sum of asp 1: 689.00				Sum of asp 1: 700.00							
Sum of asp 2: 2.00				Sum of asp 2: 2.00				Sum of asp 2: 2.00							
Sum of asp 3: 734.00				Sum of asp 3: 746.00				Sum of asp 3: 738.00							
Sum of repetition: 23333.33				Sum of repetition: 13333.33				Sum of repetition: 25833.33							
Total penalty: 10232.33				Total penalty: 10132.33				Total penalty: 10257.33							

Measure: ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E
 Neighborhood:
☒ Use sort?
☒ Use discounting?
☒ Limit numbers?
☐ No alone?

Total cost: 2768.33 Min num: 7.00, max num: 8.00

Number of groups:

Weight of number:

Weight of prev groups:

Weight of not alone:

Weight of aspect 1:

Weight of aspect 2:

Weight of aspect 3:

Iter for tabu:

Iter for sim ann:

Save data on file /home/kaj/tcl/basgr/ht15/IT5-ht15-2.dat

Basgruppsindelning

IT-programmet på LiU använder PBL, med tillhörande basgruppsarbete.

Studenterna ska delas in i ett antal basgrupper.

Mål: Lika stora grupper.

Inte samma gruppkompisar som tidigare terminer.

Inte alla duktiga i samma grupp.

Inte alla tjejer i samma grupp.

Tidigare gjort för hand. Nu mha en optimeringsmodell och flera lösningsmetoder.

Även använt på psykologprogrammet.

Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- **Optimal snöröjning.**
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal planering av militära attackmönster.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Planering av snöröjning



Bild: Corren

Planering av snöröjning



Ur Corren 101207.

Snöröjning – en utmaning för både forskare och plogare

LINKÖPING

Linköping kan få snöröjning i toppklass. I samarbete med universitetet och snöröjare ska den bästa möjliga plogningslösningen för stadsmiljö tas fram.

Men det är ingen lätt uppgift, förklarar Kaj Holmberg, professor i optimeringslära vid Linköpings universitet och den som leder projektet. En mängd faktorer måste vägas in i beräkningen.

– Fordonen är olika och går olika snabbt. Man gör ett antal olika moment vid varje plogning. Det är olika sorters vägar och så finns det vindplatser, korsningar, busshållplatser och cykelvägar som alla kräver sitt. Dessutom är det alltid flera som plogar samtidigt – kan de hjälpas åt eller inte?

Omjligt uppdrag

I optimeringsläran finns en "bästa lösning" på varje problem.

– Den kallas optimum. Men dit kommer vi inte att nå i det här fallet. Problemet är för svårt, säger Kaj Holmberg.

teoretisk modell utifrån de förutsättningar som gäller i Linköping, säger Kaj Holmberg. Sedan ska vi jämföra den med hur erfarna snöröjare jobbar. Utifrån detta ska vi forma en lösning där snöröjningen vässas till bästa möjliga.

Bättre service

Det är Linköpings kommun som gett universitetet i uppdrag att titta på hur plogandet kan utvecklas.

– Vi pratade med dem om forskning som kunde gagna oss, berättar Kenneth Carlsson drifts- och underhållschef i Linköpings kommun. Jag förklarade att jag skulle ha stor användning av beräkningar hur vi snabbast snöröjer och tar upp sand.

Han ser snöröjningsprojektet som en väg att utveckla verksamheten – förbättra servicen till kommuninvånarna och bli grönare.

– Grundtanken är att man ska kunna ta olika utgångspunkter i den färdiga modellen. De kan handla om till exempel snabbast snöröjning, mest miljövänlig plogning eller bäst tid att forsla bort snö.

KNEPIGT

"Den kallas optimum. Men dit kommer vi inte att nå i det här fallet. Problemet är för svårt"

Kaj Holmberg,
professor
i optimeringslära



Bengt Möller, snöröjare hos Solab AB, tror att det går att vässa plogningen med bra rutter.

Ljungsbro också blir testområde för studien.

– Man valde Ljungsbro för att området kan liknas vid Linköpings stad i miniformat, säger Peter Gunnarsson, vd för Solab AB.

Han tycker det var självklart att medverka i projektet.

– För det första är jag positiv till att testa nygrejor, säger han. För det andra finns det ekonomiska aspekter på minskad tidsåtgång för snöröjningen och att göra den mer miljövänlig.

Bilar står i vägen

gränsas i dem, funderar han.

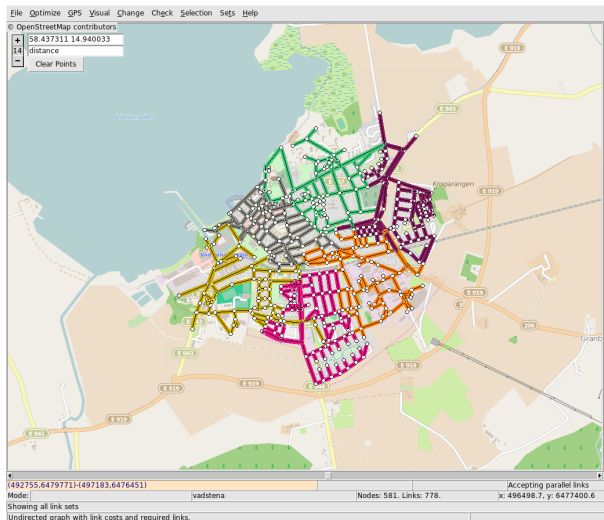
Själv försöker Bengt Möller planera arbetet i sitt område så att han kan köra så långa slingor som möjligt åt samma håll innan han vänder och tar andra sidan tillbaka. Många stopp, backa och vända tar tid från plogningen. Bilar som står i vägen är en orsak till att arbetet fördröjs. Och så går det olika fort beroende på snötyp.

– Pudersnön är lätt att köra bort, säger han.

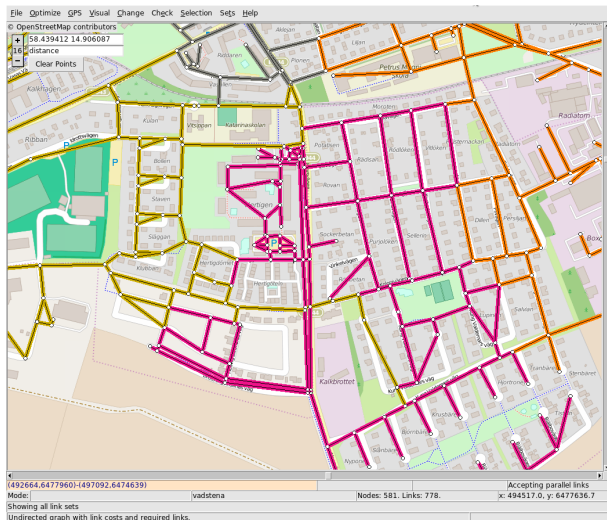
Hur ska snöplogarna köra?

- Olika fordon klarar av olika saker
- Flera olika uppgifter
- Vilket fordon ska göra vad och i vilken ordning?
- Möjligt mål: Minimera tiden tills allt är röjt
- Möjligt mål: Minimera kostnaden för röjningen (under tidsvillkor)
- Möjligt mål: Minimera körd sträcka (förutom själva röjningen)
- Möjligt mål: Minimera tiden tills siste röjaren är hemma

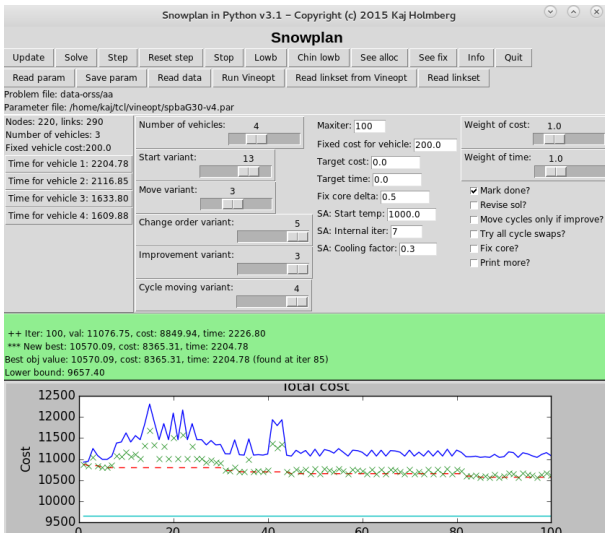
Planering av snöröjning



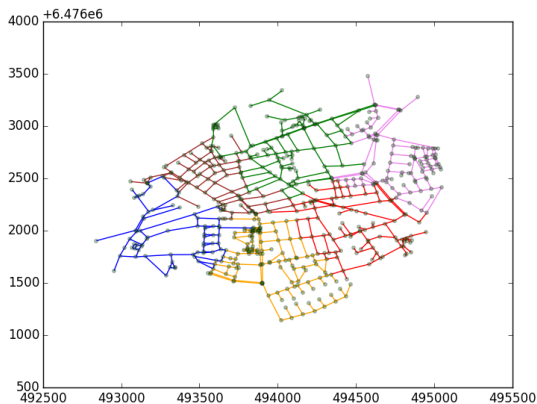
Planering av snöröjning



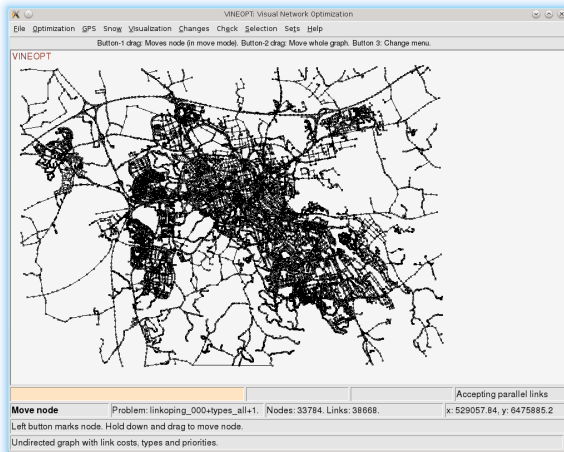
Planering av snöröjning



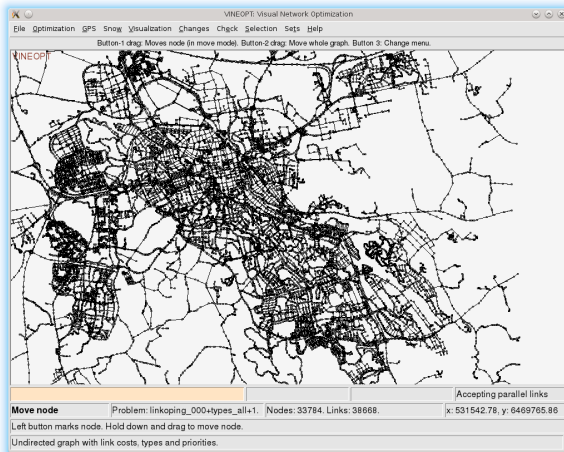
Planering av snöröjning



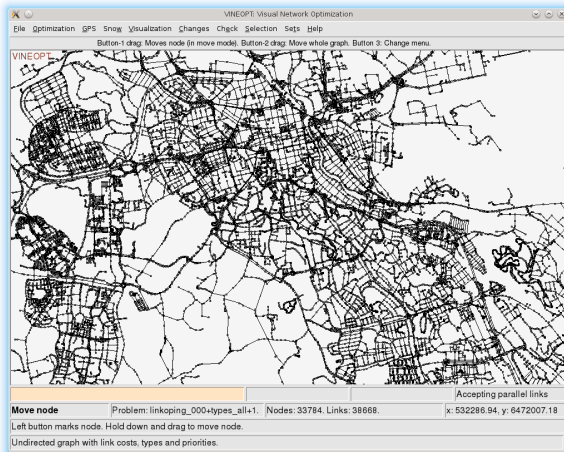
Linköping



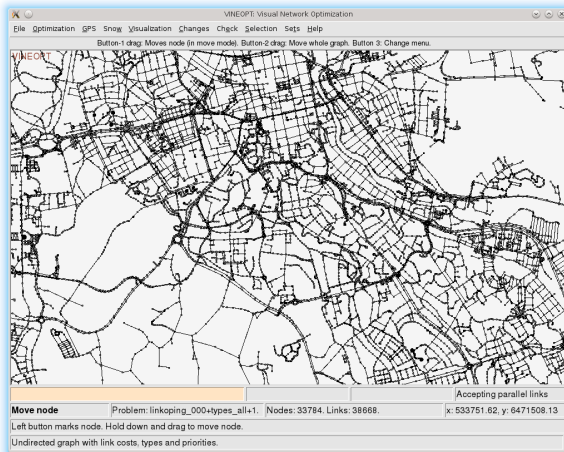
Linköping



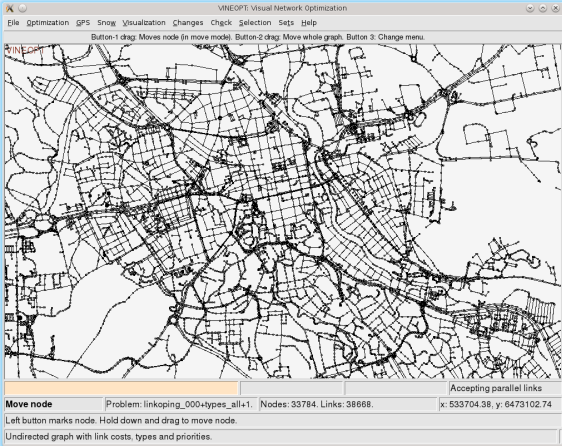
Linköping



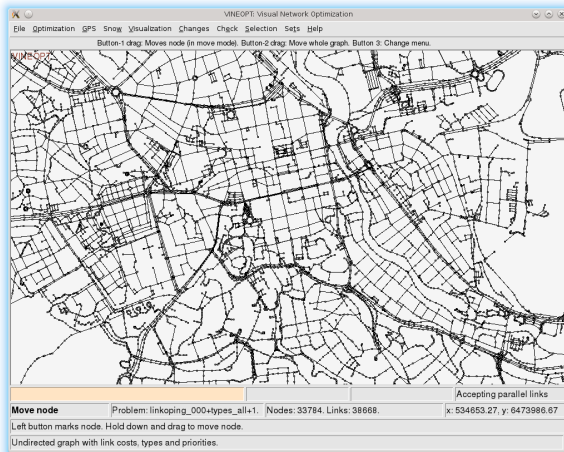
Linköping



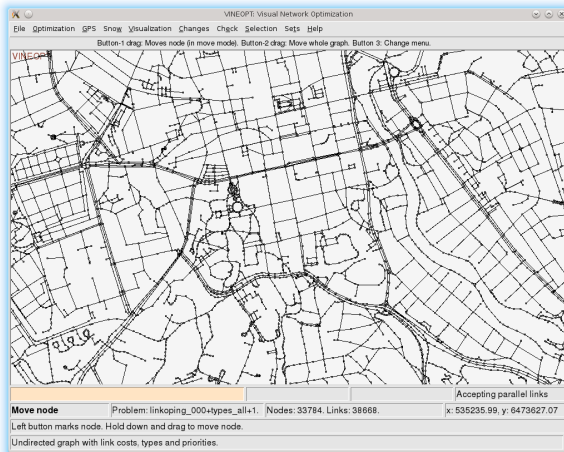
Linköping



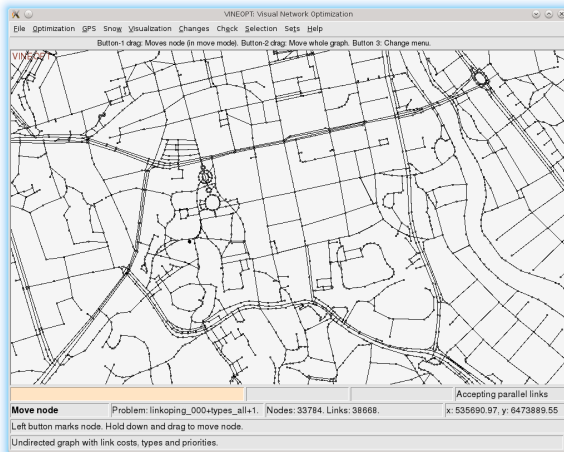
Linköping



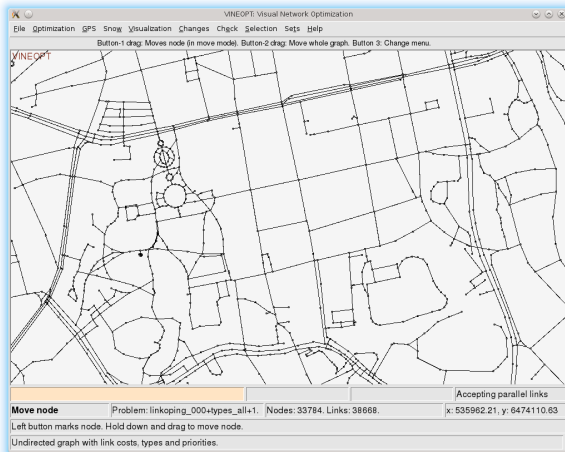
Linköping



Linköping



Linköping



Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- **Optimal design av kullager.**
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal planering av militära attackmönster.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Kullager

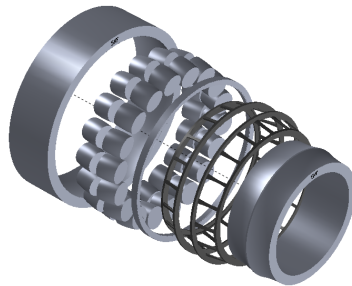
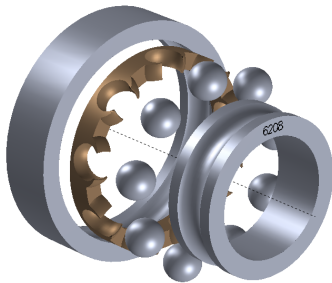


Bild: SKF BEAST

Dimensionering av kullager

Olika mått ska bestämmas.

Målfunktionen evalueras med ett omfattande simuleringsverktyg, BEAST.

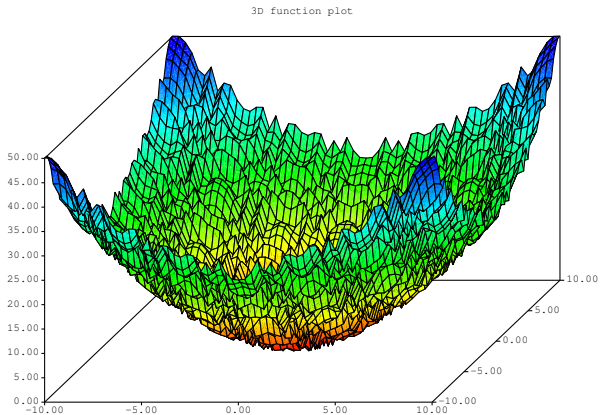
En evaluering tar mellan 30 min och 2 timmar.

Vi vet inget om funktionens egenskaper.

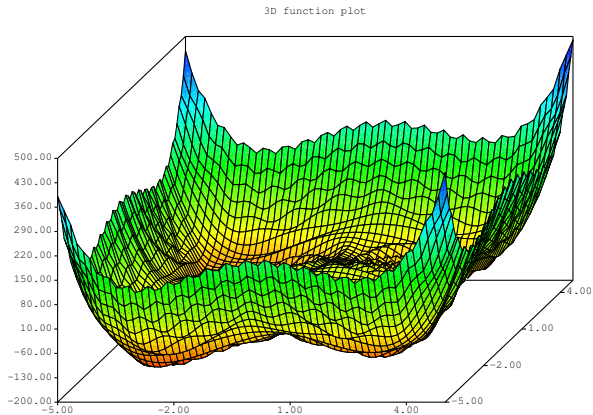
Vår infallsvinkel: Utnyttja parallella datorer.

Metoderna är dock sekvensiella och måste göras om.

Svåra funktioner



Svåra funktioner



Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- **Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.**
- Optimal planering av militära attackmönster.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.



Bild: IDA, LiU

Signaler via UASer

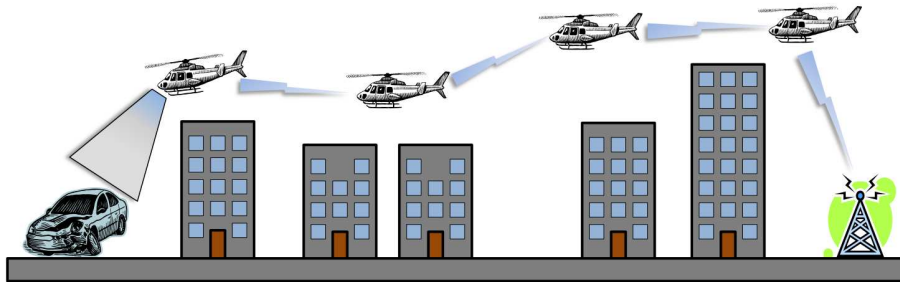


Bild: IDA, LiU

Signaler via UAver

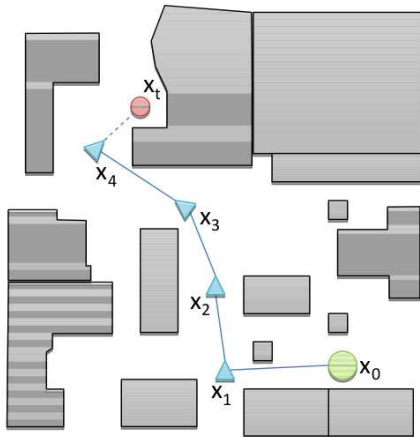


Bild: IDA, LiU

Signaler via UAVer

Bevaka ett mål från en basstation. Signalen reläas via en sekvens UAVer.

- Begränsad räckvidd
- Hinder (hus, berg)
- Möjligt mål: Maximera signalens kvalitet
- Möjligt mål: Minimera antalet UAVer som behövs

Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- **Optimal planering av militära attackmönster.**
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Planering av attackmönster

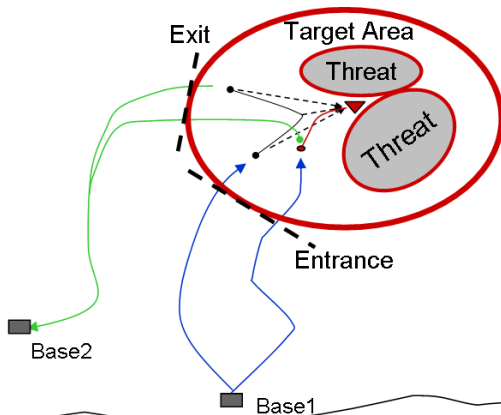


Bild: Opt, LiU

Planering av attackmönster

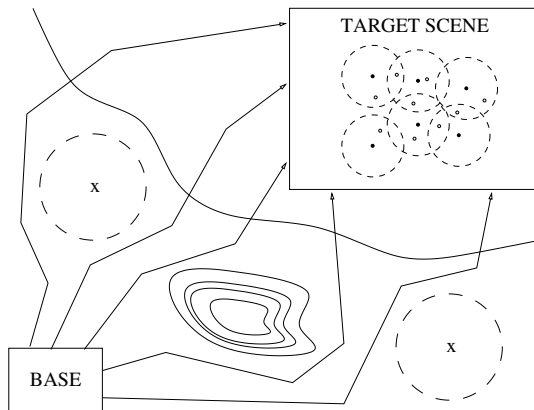


Bild: Opt, LiU

Militär attackplanering

Indata:

- Ett antal mål som ska attackeras.
- Positioner för fiendeförsvar (SAMs) och skyddade objekt.
- Flygfarkoster som ska genomföra attacken.

Mål:

- Attackera alla mål.
- Unvik hot (SAMs) och skyddade objekt.
- Minimera tiden för uppdraget.
- Samordna flera fordon.

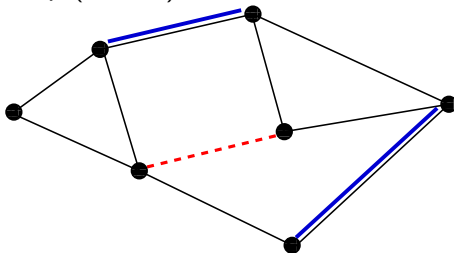
Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal planering av militära attackmönster.
- **Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.**
 - Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
 - Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
 - Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Telekommunikation

Optimal design av telekommunikationsnät/datanät med hänsyn till:

- Trafikbehov
- Fiber- och kabelkapaciteter
- Fiber- och kabelkostnader
- Tillförlitlighetskrav
- Vägvalsprincip (t ex IP)



Designa nätet till minimal kostnad så att behoven kan uppfyllas.

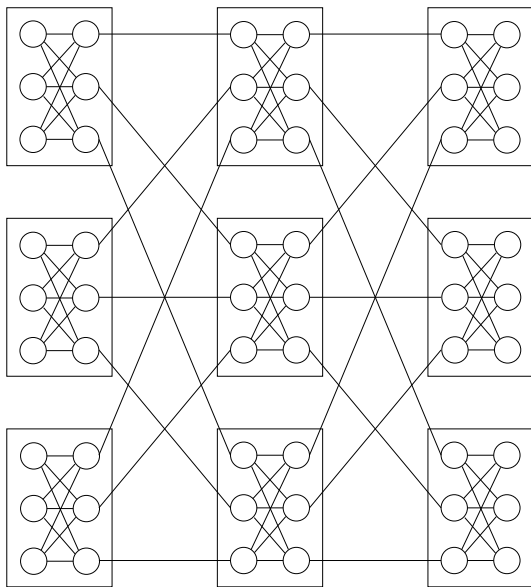
IP-nät (Internet Protocol)

- “Routrar” i nätet beräknar själva kortaste väg till destinationen (OSPF).
- Om två vägar är lika korta, delas trafiken upp med hälften på varje väg.
- Begränsar optimeringen av designen.
- Optimering: Sätt vikter på länkarna.

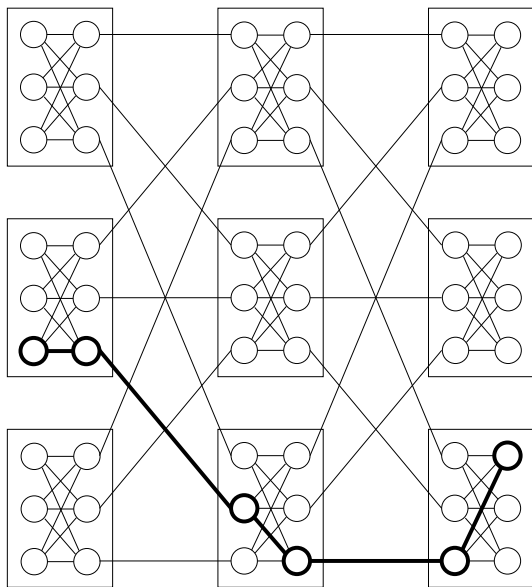
Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal planering av militära attackmönster.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- **Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Clos-nätverk**
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Clos-nätverk



Clos-nätverk



Minimal omruttning

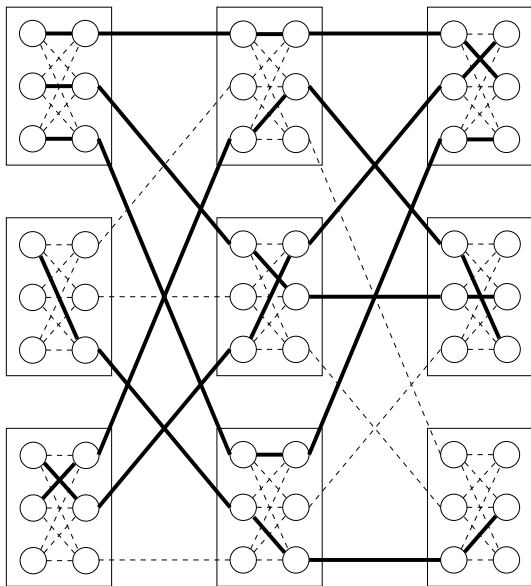
Kopplingsönskemål uppträder ett och ett.

När ett nytt kommer, kan man behöva rutta om tidigare kopplingar.

Det tar tid/kostar, så man vill ändra så lite som möjligt.

Valet är egentligen bara vilken mittenswitch som ska användas.

Många kopplingar

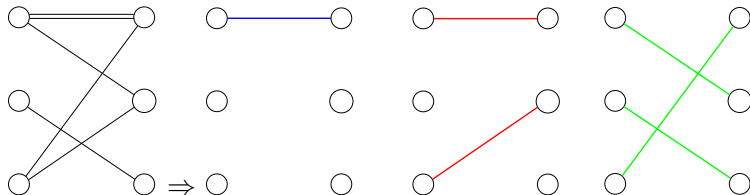


Bågfärgning

Vi använder grafteori.

Kopplingarna kan ses som bågfärgningar i en tudelad graf.

Då finns snabba lösningsmetoder.



Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal planering av militära attackmönster.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Tomvagnar

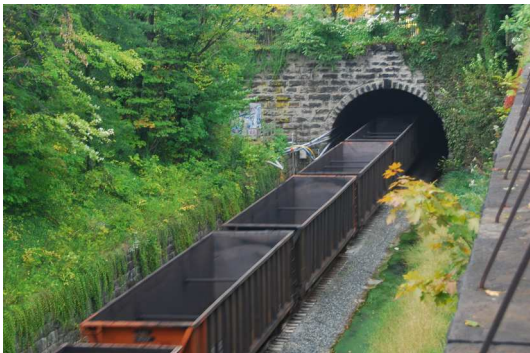


Bild: Let ideas compete

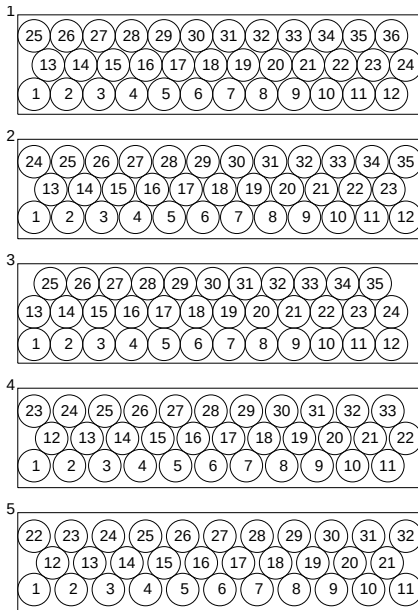
Optimal placering och förflyttning av tomvagnar med hänsyn till:

- Behov av lastade vagnar
- Tågkapaciteter (vikt, längd)
- Transportkostnader
- Rangering

Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal planering av militära attackmönster.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Pappersrullar i järnvägsvagn



Tillämpningsområden

- Optimal mandatfördelning.
- Optimal digital kartmatchning.
- Optimal formering av studentgrupper.
- Optimal snöröjning.
- Optimal design av kullager.
- Optimal placering av UAVer som kommunikationsreläer.
- Optimal planering av militära attackmönster.
- Optimal design, styrning och kontroll av IP-nät.
- Optimal omruttning för symmetriska trestegs-Closnätverk
- Optimal placering och förflyttning av tomvagnar på järnväg.
- Optimal packning av pappersrullar i järnvägsvagnar.

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Stråldosering



Bild: Pacific Northwest National Laboratory

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Timmer



Bild: Lis Burke

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- **Optimalt vägunderhåll.**
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Vägtull



Bild: David Hall

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- **Optimerade dagbrott.**
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- **Frekvensplanering i GSM.**
 - Optimalt utnyttjande av kraftverk.
 - Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
 - Finansiell riskhantering.

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- **Optimalt utnyttjande av kraftverk.**
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- **Finansiell riskhantering.**

Tillämpningsområden

- Optimal stråldosering vid cancerbehandling.
- Optimal planering av sjuksköterskor.
- Optimal planering av skogsavverkning, transporter mm.
- Optimalt vägunderhåll.
- Trafikplanering (nya vägar, vägtullar).
- Optimerade dagbrott.
- Optimal design av filter.
- Frekvensplanering i GSM.
- Optimalt utnyttjande av kraftverk.
- Optimal ruttplanering för gas-/oljeleverantörer.
- Finansiell riskhantering.

Trend

Miljöaspekter blir allt viktigare i optimeringsmodellerna.

Trend

Miljöaspekter blir allt viktigare i optimeringsmodellerna.

Lagkrav.

Trend

Miljöaspekter blir allt viktigare i optimeringsmodellerna.

Lagkrav.

PR-värden (certifiering etc).

Trend

Miljöaspekter blir allt viktigare i optimeringsmodellerna.

Lagkrav.

PR-värden (certifiering etc).

Samvete.