

EKSAMENSOPGAVE

| | | | | | | |
|-----------------------------|---|------------------------|---------|--|---------------|--|
| Uddannelse og niveau | HA, 5. semester + valgfag | | | | | |
| Termin | V19-20o | | | | | |
| Kursusnavn og eksamenskode | Modellering inden for præsriptiv analyse | | | | 460141E214 | |
| Eksamensform og varighed | WOAI | | | | 3 timer | |
| Dato og tidspunkt | 7. januar 2020 | | | | 15.00 – 18.00 | |
| Hjælpemidler | Alle | X – Men ingen internet | Anviste | | Nej | |
| Anden relevant information | Denne eksamen er anonym. Anfør venligst ikke dit navn eller studienr. nogen steder. Anfør kun WISEflow løbenummer. | | | | | |
| Håndskrevne bilag tilladt | Ja | X | Nej | | | |
| Antal sider (inkl. forside) | | | | | | |

Sofie Jensen er netop færdig i gymnasiet, og har bestemt sig for (til sine forældres gru) at skyde hele sin børneopsparing af på en rejse. Selvom Sofies forældre har sparet op siden Sofies dåb er Sofie ikke helt tilfreds med størrelsen på opsparingen og efter nøje at have tjekket priser på flybilletter til henholdsvis Østasien og Mellemamerika har hun måtte sande, at opsparingen ikke slår til. Hun bestemmer sig derfor for, at hendes rejse skal gå rundt i Europa i stedet og så skal den foregå med tog! Sofie er sikker på, at hendes veninde Greta vil synes om hendes valg af transportmiddel.

Sofie har 14 dages ferie efter den sidste studenterfest før hun skal begynde på sit nye job. Det er derfor vigtigt for Sofie, at hun får udnytte disse 14 dage så effektivt som muligt. Planen er derfor at bruge præcis 1 dag i en række europæiske hovedstæder, hvor den så ellers står på sightseeing "extravaganza".

Hun er netop kommet til planlægningen af sin dag i Paris. Hun har Googlet en del og har lavet en liste over de 10 vigtigste seværdigheder som består af følgende:

| 10 vigtigste seværdigheder i Paris | |
|------------------------------------|-------------------|
| Notre Dame | Eiffeltårnet |
| Rue des Martyrs | Sacré Coeur |
| Palais du Luxembourg | Louvre |
| Triumfbuen | Moulin Rouge |
| Pont de Bir-Hakeim | Latiner Kvarteret |

Sofie ankommer med nattoget til Gare du Nord klokken 6.30 fra Madrid. Det første hun vil gøre er at gå til sit hotel for at tjekke ind og have et sted at efterlade sin bagage. Hun regner med, at det alt i alt tager hende halvanden time, så hun er klar til at forlade hotellet klokken 8.00.

Sofie har været på Google Maps og har fundet afstandene mellem alle seværdighederne samt sit hotel og i samme ombæring har hun brugt den funktion som giver hende et estimat over hvor lang tid det tager at gå denne distance. Disse data er givet i den vedlagte Excel-fil. Derudover har hun på forskellige fora på nettet spurgt andre rejsende om hvor længe hun skal regne med, at det tager at besøge de enkelte seværdigheder. Disse estimater er også vedlagt i Excel-filen.

Baseret på data fra Excel-filen ønsker Sofie hjælp til at planlægge sin dag i Paris.

1. Formuler en lineær heltals-model, som udregner hvor lang tid det tager at besøge de 10 seværdigheder, hvis den rejsende minimerer sit samlede tidsforbrug på sightseeingturen.
Hint: for at inkludere tiden der bliver brugt på at se seværdighederne, kan rejsetidsmatricen ændres til C_{ij} = rejsetid fra i til j + tiden brugt ved seværdighed i .
2. Implementer modellen i OPL og løs den vha. CPLEX. Illustrer løsningen på kortet (vedlagt i Excel-filen) og kommenter på dens karakteristika.

Sofie kan se på løsningen til Opgave 2, at det kommer til at tage alt for lang tid at besøge alle de 10 seværdigheder. Hun er først tilbage på hotellet midt om natten og hun skal rejse videre allerede næste morgen, så det er desværre ikke en brugbar løsning for hende.

3. For at imødekomme Sofies bekymring bedes du nu formulere en ny model (eller ændre din eksisterende) således at antallet af seværdigheder, som Sofie kan nå at se *inden for 12 timer*, bliver maksimeret. *Hint: Introducer binære variable y_i for hver seværdighed som er lig med 1 hvis og kun hvis seværdighed i besøges og inkorporer dem i den eksisterende model.*
4. Implementer nu den nye model i OPL og løs den vha. CPLEX. Hvor mange seværdigheder kan Sofie nå at besøge på 12 timer? Illustrer den nye plan for besøget i Paris og kommenter på løsningens karakteristika såsom samlet tidsforbrug, rejsetid, rejseafstand osv.:-

Når Sofie ser på ruten, som fremkom i Opgave 4, ser den ikke ud til at være "TSP-optimal". Det vil sige, den ser ikke ud til at være den korteste vej fra hotellet, rundt blandt de udvalgte seværdigheder og så tilbage til hotellet.

5. Forklar med ord hvorfor det kan ske, at ruten ikke er optimal, når vi har maksimeret antallet af seværdigheder som nås inden for de 12 timer.

Har du **ikke fået løst Opgave 4**, kan du fra nu antage, at det er følgende seks seværdigheder, som blev udvalgt i Opgave 4: Rue des Martyrs, Triumfbuen, Eiffeltårnet, Pont de Bir-Hakeim, Palais du Luxembourg og Notre Dame.

6. Find en optimal TSP tur gennem de udvalgte seværdigheder. Illustrer løsningen og sammenlign med løsningen fra Opgave 4. Beskriv ligeledes den nye rutes karakteristika.

Sofie kommer nu i tanke om, at det måske i virkeligheden ikke er smart at minimere transporttiden på sin tur. I virkeligheden kunne man måske udnytte de 12 timer, der er afsat til sightseeing i Paris på en bedre måde. Efter at have tænkt over situationen, kommer Sofie i tanke om, at det måske kunne være interessant at *maksimere* den afstand som hun tilbagelægger på sin tur mellem de udvalgte seværdigheder. På den måde får hun, antageligt, set mere af Paris, samtidig med, at hun besøger de udvalgte seværdigheder inden for de 12 timer, som er til rådighed.

7. Ændr modellen fra Opgave 6, så Sofie ikke minimerer turens samlede tidsforbrug, men i stedet maksimerer længden af turen under bibetingelse af, at dagens samlede program ikke må tage mere end 12 timer samt at alle de udvalgte seværdigheder bliver besøgt.