

## EKSAMENSOPGAVE

Uddannelse og niveau	HA, 5. semester, valgfag						
Termin	V21-22o						
Kursusnavn og eksamenskode(r)	Modellering inden for prescriptive analytics					460181E018	
Eksamensform og varighed	WOAI					3 timer	
Dato og tidspunkt	3. januar 2022					Kl. 14:00 – 17:00	
Hjælpemidler	Alle	X	Anviste		Ingen		
Anden relevant information	<b>Undgå mistanke om eksamenssnyd!</b>  Husk kildehenvisninger og citationstegn, hvis du kopierer andres tekster eller hvis du genbruger dele af en tidligere afleveret opgave (plagiering og selvplagiering). Eksamensbesvarelsen skal udarbejdes <b>individuelt</b> . Der udføres plagieringskontrol på alle eksamensopgaver, så snyd og samarbejde mellem studerende vil kunne spores.						
Det er tilladt at aflev. håndskrevet mat.	Ja		Nej	X			
Anonym eksamen?	Ja	x	Nej		<b>Undlad</b> venligst at anføre navn og studienummer i besvarelsen. Brug i stedet flow-løbenr., som du finder på dit omslag.		
Antal sider (inkl. forside)	4						

## Preamble

- Indeværende eksamensopgave indeholder 9 opgaver. Ud for hver opgave er der anført en *vejledende vægtning* af opgaven, som udelukkende giver information om den relative vægtning af opgaven baseret på opgavens omfang og kompleksitet. Den endelige bedømmelse af besvarelsen vil blive baseret på besvarelsens helhed.
- Såfremt du mener, at der i en opgave mangler informationer for, at du kan løse den, kan du gøre dig relevante antagelser og klart og tydeligt specificere disse.
- Denne eksamen er med alle hjælpemidler (WOAI). Dog er den *individuel* hvilket vil sige, at samarbejde med andre ikke er tilladt.
- Hvis du reproducerer modeller, beregninger og/eller forklaringer fra litteraturen, opgaver eller internettet bedes du klart og tydeligt angive kilder på disse for at undgå beskyldninger om plagiat.

## Eksamensopgave

I en kommune skal det besluttet, hvor der skal oprettes COVID-19 testcentre. Der er udpeget 6 potentielle steder, hvor der kan etableres centre. I kommunen er der 10 landsbyer, som man ønsker, at de oprettede testcentre skal servicere. Borgerne i kommunen er generelt magelige og betragter et testcenter som ligger længere væk end 3 kilometer som værende irrelevant. Vi vil derfor i den resterende del af denne opgave beskrive en landsby som "dækket", hvis der etableres et testcenter inden for en afstand af 3 kilometer fra landsbyen.

De 6 potentielle placeringer af testcentre er nummereret fra 1 til 6, og de 10 landsbyer er nummereret fra 1 til 10. I den vedlagte Excel-fil er data som beskriver:

- Koordinaterne for de potentielle testcentre og for de 10 landsbyer.
- De estimerede månedlige driftsomkostninger ( $f_i$ ) ved hvert potentielt testcenter  $i = 1, \dots, 6$ .
- Indbyggertallet ( $b_j$ ) i landsby  $j = 1, \dots, 10$ .
- En afstandsmatrix ( $d_{ij} = 1$ ), som angiver afstanden fra hver potentiel placering af et testcenter  $i$  og til hver landsby  $j$ .
- En matrix ( $a_{ij}$ ), som angiver om afstanden mellem en potentiel placering  $i$  og en landsby  $j$  er mindre end eller lig med 3 kilometer ( $a_{ij} = 1$ ) eller ej ( $a_{ij} = 0$ ).

### Opgave 1 (Ca. 20 %)

På baggrund af ovenstående, formuler en lineær heltalsmodel, som minimerer antallet af etablerede testcentre, givet at alle landsbyer skal have et testcenter inden for en afstand på 3 kilometer (hver landsby skal dækkes af mindst et testcenter). Relater din model til forelæsningsnoterne og modeller præsenteret heri.

### Opgave 2 (Ca. 15%)

Implementer din model fra [Opgave 1](#) i OPL og løs den ved hjælp af CPLEX. Beskriv din løsning og lav en grafisk illustration, som viser hvilke potentielle sites, der skal benyttes.

Udregn de estimerede driftsomkostninger ved den beregnede løsning

Kommunen, som er drevet af et økonomisk ansvarligt flertal i byrådet, vil gerne vide hvor mange borgere man samlet kan dække med testcentre inden for en afstand af 3 kilometer, hvis man maksimalt vil acceptere en omkostning på 75% af omkostningen ved løsningen i [Opgave 2](#). Hvis du ikke har beregnet en løsning i [Opgave 2](#), kan du antage, at omkostningen var 13600.

### Opgave 3 (Ca. 20%)

Formuler en lineær heltalsmodel, som maksimerer antallet af borgere, der kan nå et testcenter indenfor for 3 kilometer og under bi-betingelse af, at de samlede driftsomkostninger ikke må overstige 75% af omkostningen beregnet i [Opgave 2](#).

### Opgave 4 (Ca. 15%)

Implementer din model fra [Opgave 3](#) i OPL og løs den ved hjælp af CPLEX. Beskriv din løsning og lav en grafisk illustration, som viser hvilke potentielle sites, der skal benyttes og hvilke landsbyer, der kan nå et testcenter inden for en afstand af 3 kilometer. Sammenlign din løsning med løsningen fra [Opgave 2](#).

### Opgave 5 (Ca. 5%)

Beskriv, med egne ord, hvad man forstår ved en Pareto optimal/efficient løsning. Beskriv, ligeledes med egne ord, hvad man forstår ved et ikke-domineret punkt.

Kommunen ønsker en analyse af trade-off mellem antallet af borgere, der kan nå et testcenter inden for 3 kilometer og de forventede driftsomkostninger forbundet med de valgte testcentre.

### Opgave 6 (Ca. 5%)

Med udgangspunkt i tidligere opgaver, formuler et bi-kriterieproblem, hvor man ønsker at maksimere antallet af borgere, der kan nå et testcenter inden for 3 kilometer og samtidigt ønsker at minimere de forventede driftsomkostninger.

### Opgave 7 (Ca. 10%)

Opskriv en  $\varepsilon$ -skalarisering af bi-kriterieproblemet fra [Opgave 6](#). Forklar, med egne ord, hvordan  $\varepsilon$ -metoden fungerer. Beskriv mindst én styrke og én svaghed ved  $\varepsilon$ -metoden.

### Opgave 8 (Ca. 5%)

Generer, ved hjælp af  $\varepsilon$ -metode beskrevet i [Opgave 7](#), alle ikke-dominerede punkter for bi-kriterieproblemet fra [Opgave 6](#). Beskriv din fremgangsmåde.

### Opgave 9 (Ca. 5%)

Er alle løsninger fundet i [Opgave 8](#) ikke-dominerede? Plot løsningerne i et koordinatsystem og udvælg, baseret på dit plot, fire løsninger, som kunne være særligt interessante for kommunen. Begrund dit valg af løsninger.

Såfremt du ikke har besvaret [Opgave 8](#), kan du antage at de fundne løsninger er givet som i tabellen nedenfor:

Løsninger	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dækkede borgere	35717	34003	34003	30821	30246	27064	18800	15618	3182	0
Omkostninger	13600	9600	10800	7600	6600	4600	4200	2200	2000	0