

## TNK049 Optimeringslära, 6 hp

### Mål

Kursen är en introduktionskurs till ämnet Optimeringslära med inriktning mot teori och metoder. Kursen fokuseras på kontinuerlig optimering, samt problemställningar med en underliggande nätverksstruktur och avser att ge kännedom om tillämpningar av optimeringsmetodik, färdighet i att identifiera frågeställningar av optimeringskaraktär, övning i att konstruera matematiska optimeringsmodeller, kännedom om grundläggande optimeringsteori och optimeringsmetodik, samt ge viss bekantskap med optimeringsprogramvara.

### Förkunskaper

Förkunskaper för kursen är grundläggande kunskaper i linjär algebra samt matematisk analys i en och flera variabler. En lämplig förberedelse är att repetera vektor/matris-räkning, lösning av ekvationssystem, samt begreppen bas och derivata.

### Kurslitteratur

Kurslitteraturen består av en textbok och en övningsbok:

- Lundgren, J., Rönnqvist, M., och Värbrand, P. (2008) *Optimeringslära*, Upplaga 3:1, Studentlitteratur, Lund. ISBN 978-91-44-05314-1. (Cirkapris: 550 kr.)
- Henningsson, M., Lundgren, J., Rönnqvist, M., och Värbrand, P. (2010) *Optimeringslära: övningsbok*, Upplaga 2:1, Studentlitteratur, Lund. ISBN 978-91-44-06760-5. (Cirkapris: 275 kr.)

### Examination

Kursinnehållet definieras av kapitelhänvisningarna i undervisningsplanen nedan. Varje avsnitts vikt framgår av den undervisningstid som det ägnas.

**Tentamen:** Tentamen (4,5 hp) är skriftlig. Tentamen består av sju uppgifter om vardera tre poäng. För godkänt krävs 10 poäng. Första tentamenstillfället är den 11 jan 2019, kl 8–12, och sista dag för anmälan är den 1 jan 2019.

**Laboration:** Laborationsmomentet i kursen består av två datorlektioner och två miniprojekt (totalt 1,5 hp) och utförs i grupper om högst två studenter. Datorlektionerna kräver någon timmes förberedelse och genomförs sedan under ett schemalagt tvåtimmarspass i halvklass. Datorlektion 1 är frivillig, men starkt rekommenderad som förberedelse för miniprojekt 1. Datorlektion 2

redovisas muntligen vid det schemalagda tillfället. Skulle tiden inte räcka till, hänvisas i första hand till de schemalagda laborationstillfällena för miniprojekt 2.

Miniprojekten utförs väsentligen utanför schemalagd tid men för varje projekt har ett tvåtimmarspass (i helklass) reserverats i datorsal. Miniprojekt 1 och 2 redovisas med skriftliga rapporter som ska lämnas in senast den 28 nov, respektive den 17 dec. Eventuella kompletteringar lämnas in för bedömning i anslutning till kursens tentamenstillfällen. Kompletteringar som inte blivit godkända senast den 30 sep 2019 är underkända; studenten får då istället följa de instruktioner som gäller för laborationsmomentet då kursen under 2019. Detaljerade instruktioner för datorlektioner och miniprojekt publiceras på kursplatsen i god tid före respektive moment.

*För miniprojekten gäller att det är tillåtet att diskutera uppgifterna mellan grupperna, men allt närmare samarbete mellan grupperna och plagiering av lösningar är otillåtet. I tveksamma fall kan den skriftliga redovisningen behöva kompletteras med en muntlig redogörelse.*

## Organisation och genomförande

Under kursens gång hålls 10 föreläsningsspass där viktiga begrepp presenteras och teori behandlas. Dessutom hålls 10 lektionsspass som väsentligen ägnas åt exempel och egen övning under handledning. Föreläsningar och lektioner är formellt inte obligatoriska, men mycket starkt rekommenderade för alla studenter.

Utöver detta finns frivilliga handledningstillfällen schemalagda på torsdagar kl 10 under hela läsperioden. Dessa tillfällen är gemensamma med kurserna TNSL05 Optimering, modellering och planering och TNK053 Optimization, och är upplagda som frågestunder. En eller två lärarpersoner kommer att finnas på plats från start och stannar kvar så länge det finns frågor.

Laborationsmomentet, som är uppdelat i två datorlektioner och två miniprojekt, syftar till att ge praktisk inblick i hur optimeringslära och optimeringsprogramvara kan användas:

- *Datorlektion 1* ger exempel på hur datorhjälpmedel och så kallade modelleringsspråk (här AMPL) kan användas för att lösa optimeringsproblem.
- *Datorlektion 2* behandlar Simplex-metoden för linjära optimeringsproblem, där datorn används som ett beräkningshjälpmedel. Programvara är ett LiU-internt C-program, utvecklat för pedagogiska ändamål.
- *Miniprojekt 1* syftar till att formulera, lösa och analysera ett större optimeringsproblem. Programvara är AMPL.
- *Miniprojekt 2* syftar till övning av formulering, lösning och analys av ett nätverksproblem. Programvaran som används är ett hembygge, men liknande kommersiell programvara finns.

## Informationsspridning

Information som rör kursen och kompletterande material läggs ut på kursplatsen *Lisam*:

[lisam.liu.se](http://lisam.liu.se)

## Lärarpersoner

**Kursansvarig, examinator, föreläsare, lektionsansvarig och frågestund:** Anders Peterson  
Tel: 011 – 36 31 07; e-post: [anders.peterson@liu.se](mailto:anders.peterson@liu.se); Spetsen plan 7.

**Miniprojekt och datorlektioner:** Fahimeh Khoshniyat  
Tel: 011 – 36 34 44; e-post: [fahimeh.khoshniyat@liu.se](mailto:fahimeh.khoshniyat@liu.se); Spetsen plan 8.

### Frågestund/Resurspersoner:

Marcus Posada Tel: 011 – 36 35 64; e-post: [marcus.posada@liu.se](mailto:marcus.posada@liu.se); Spetsen plan 7.

Nils Breyer Tel: 011 – 36 32 80; e-post: [nils.breyer@liu.se](mailto:nils.breyer@liu.se); Spetsen plan 8.

Leila Jalili Tel: 011 – 36 35 02; e-post: [leila.jalili@liu.se](mailto:leila.jalili@liu.se); Spetsen plan 6.

Tatiana Polishchuk Tel: 011 – 36 33 24; e-post: [tatiana.polishchuk@liu.se](mailto:tatiana.polishchuk@liu.se); Spetsen plan 6.

## Undervisningsplan

Hänvisningarna om kapitel och övningsuppgifter hör till textbok respektive övningsbok.

**Fö 1** (5 nov, 8–10, TP42) Kurs- och ämnesintroduktion, terminologi, tillämpningar. *Kap 1.*

**Fö 2** (6 nov, 10–12, TP40) Modellering av linjära problem. *Kap 3.*

**Le 1** (7 nov, 15–17, TP43) Modellering. *Uppgifter: 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.9, 3.10, 3.11, 3.14.*

**HL: Frågestund 1** (8 nov, 10–, TP52/TP54).

**La: Datorlektion 1 (Grupp A)** (9 nov, 8–10, TP4003) Introduktion till modellformulering med AMPL. *Frivillig redovisning.*

**La: Datorlektion 1 (Grupp B)** (12 nov, 8–10, TP4003) Introduktion till modellformulering med AMPL. *Frivillig redovisning.*

**Fö 3** (14 nov, 13–15, TP45) Klassificering av optimeringsproblem, grafisk lösning, global och lokal optimalitet, grundläggande konvexitetsteori, generella sökmetoder. *Kap 2.1–2.5.*

**HL: Frågestund 2** (15 nov, 10–, TP52/TP53).

**Le 2** (16 nov, 8–10, KO25) Introduktion och inledande exempel. *Uppgifter: 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6.*

**Fö 4** (19 nov, 8–10, K22) Linjärprogrammeringens grunder, standardform, baslösning, simplexmetoden. *Kap 4.1–4.7.*

**Le 3** (20 nov, 10–12, KO25) Baslösningar. *Uppgifter: 4.1, 4.2, 4.3, 4.5.*

**La: Miniprojekt 1** (20 nov, 15–17, TP5021/TP5022) Modellering. Formulering, lösning och analys av ett större (linjärprogrammerings-) problem. Detta är endast ett handledningstillfälle och projektet utförs väsentligen utanför schemalagd tid. *Redovisning sker skriftligt, senast 28 nov enligt separata anvisningar.*

**HL: Frågestund 3** (22 nov, 10–, TP42/TP43).

**Fö 5** (23 nov, 8–10, KO25) Simplexmetoden på algebraisk form, tillåten baslösning, känslighetsanalys, tolkning av utdata från datorprogram, algebraisk analys. *Kap 4,8–4.9, 5.1–5.5.*

**Le 4** (26 nov, 8–10, KO25) Simplexmetoden. *Uppgifter: 4.7, 4.8, 4.10, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15.*

**Le 5** (27 nov, 10–12, TP55) Känslighetsanalys. *Uppgifter: 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10.*

**HL: Frågestund 4** (29 nov, 10–, TP56).

**La: Datorlektion 2 (Grupp A)** (3 dec, 8–10, TP4003) Simplexmetoden. *Redovisning sker muntligen under laborationstillfället.*

**La: Datorlektion 2 (Grupp B)** (4 dec, 10–12, TP4003) Simplexmetoden. *Redovisning sker muntligen under laborationstillfället.*

**Fö 6** (5 dec, 8–10, TP42) Det duala problemet, primal-duala relationer, optimalitetsvillkor, introduktion till nätverksoptimering. *Kap 6, 8.1.*

**Le 6** (5 dec, 15–17, TP41) Dualitet, optimalitetsvillkor. *Uppgifter: 6.1, 6.2, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11.*

**Fö 7** (6 dec, 8–10, K25) Nätverksoptimering: billigaste uppspannande träd, billigaste väg-problem, projektnätverk och minkostandsflödes-problem. *Kap 8.1–8.6.*

**HL: Frågestund 5** (6 dec, 10–, TP51/TP53).

**Le 7** (7 dec, 8–10, K25) Billigaste uppspannande träd, billigaste väg-problem, nätverksmodellering. *Uppgifter: 8.12, 8.13, 8.14, 8.15, 8.16, 8.18, 8.23.*

**Fö 8** (10 dec, 8–10, K22) Nätverksoptimering: Nodpriser och dualitet för billigaste väg, minkostandsflödesproblemets egenskaper, simplexmetoden för nätverk. *Kap 8.7.*

**Le 8** (11 dec, 10–12, KO24) Simplexmetoden för nätverk. *Uppgifter: 8.26, 8.27, 8.29, 8.30, 8.31, 8.32.*

**Fö 9** (12 dec, 13–15, K25) Ickelinjär optimering: konvexitet, metoder för problem utan bivillkor, optimalitetsvillkor för ickelinjära problem. *Kap 9.1–9.3, 10.1–10.4, 11.1–11.4.*

**La: Miniprojekt 2** (12 dec, 15–17, TP5021) Modellering. Formulering, lösning och analys av ett verklighetsinspirerat (nätverks-) problem. Detta är endast ett handledningstillfälle och projektet utförs väsentligen utanför schemalagd tid. *Redovisning sker skriftligt, senast 17 dec enligt separata anvisningar.*

**HL: Frågestund 6** (13 dec, 10–, TP51/TP52).

**Le 9** (14 dec, 8–10, K25) Ickelinjär optimering utan bivillkor, konvexitet, brantaste lutningsmetoden, Newtons metod. *Uppgifter: 9.6, 9.10, 10.5, 10.7, 11.1, 11.3, 11.8.*

**Fö 10** (18 dec, 10–12, TP45) Ickelinjära problem med bivillkor, Frank–Wolfe-metoden. *Kap 12.1.*

**Le 10** (19 dec, 15–17, K22) Frank–Wolfe-metoden. *Uppgifter: 12.1, 12.5, 12.7, 12.8 a, 12.9.*

**HL: Frågestund 7** (20 dec, 10–, TP51/TP52).