

# Algoritmer og datastrukturer

## Introduktion til kurset

Rolf Fagerberg

Forår 2026

# Hvem er vi?

## Underviser:

- ▶ Rolf Fagerberg, Institut for Matematik og Datalogi (IMADA)  
Forskningsområde: algoritmer og datastrukturer

# Hvem er vi?

## Underviser:

- ▶ Rolf Fagerberg, Institut for Matematik og Datalogi (IMADA)  
Forskningsområde: algoritmer og datastrukturer

## Deltagere:

- ▶ BA i Datalogi (2. sem.)
- ▶ BA i Kunstig Intelligens (2. sem.)
- ▶ BA i Software Engineering (4. sem.)
- ▶ BA i Matematik-Økonomi (4. sem.)
- ▶ BA i Anvendt Matematik (4. sem.)
- ▶ BA sidefag i Datalogi (6. sem.)
- ▶ KA profil i Data Science (2./8. sem.)

# Hvem er vi?

## Underviser:

- ▶ Rolf Fagerberg, Institut for Matematik og Datalogi (IMADA)  
Forskningsområde: algoritmer og datastrukturer

## Deltagere:

- ▶ BA i Datalogi (2. sem.)
- ▶ BA i Kunstig Intelligens (2. sem.)
- ▶ BA i Software Engineering (4. sem.)
- ▶ BA i Matematik-Økonomi (4. sem.)
- ▶ BA i Anvendt Matematik (4. sem.)
- ▶ BA sidefag i Datalogi (6. sem.)
- ▶ KA profil i Data Science (2./8. sem.)

**Bemærk stor diversitet:** forskellige semestre i uddannelsen, forskellige mængder af programmering og af matematiske fag på uddannelsen.

# Tre (fire) kurser i ét

DM578:

- ▶ Algoritmer og datastrukturer (7.5 ETCS)
- ▶ Skriftlig MC eksamen (3 timer)

# Tre (fire) kurser i ét

DM578:

- ▶ Algoritmer og datastrukturer (7.5 ETCS)
- ▶ Skriftlig MC eksamen (3 timer)

DM507/DS814:

- ▶ Algoritmer og datastrukturer (7.5 ETCS)
- ▶ Programmeringsprojekt i tre dele (2.5 ETCS)
- ▶ Skriftlig MC eksamen (3 timer)

# Tre (fire) kurser i ét

- DM578:
- ▶ Algoritmer og datastrukturer (7.5 ETCS)
  - ▶ Skriftlig MC eksamen (3 timer)
- DM507/DS814:
- ▶ Algoritmer og datastrukturer (7.5 ETCS)
  - ▶ Programmeringsprojekt i tre dele (2.5 ETCS)
  - ▶ Skriftlig MC eksamen (3 timer)
- SE4-DMAD:
- ▶ Algoritmer og datastrukturer (7.5 ETCS)
  - ▶ Diskret matematik (2.5 ETCS)
  - ▶ Skriftlig MC eksamen (3 timer og 3 kvarter)

# Tre (fire) kurser i ét

- DM578:
  - ▶ Algoritmer og datastrukturer (7.5 ETCS)
  - ▶ Skriftlig MC eksamen (3 timer)
- DM507/DS814:
  - ▶ Algoritmer og datastrukturer (7.5 ETCS)
  - ▶ Programmeringsprojekt i tre dele (2.5 ETCS)
  - ▶ Skriftlig MC eksamen (3 timer)
- SE4-DMAD:
  - ▶ Algoritmer og datastrukturer (7.5 ETCS)
  - ▶ Diskret matematik (2.5 ETCS)
  - ▶ Skriftlig MC eksamen (3 timer og 3 kvarter)

Diskret matematik har separate forelæsninger (Lene Monrad Favrholt) og øvelsestimer. Fredage 10-12 i ti uger.

Der er et ITS-kursusrum for DM507/DM578/DS814 og et andet ITS-kursusrum for SE4-DMAD.



# Kursets format (DM578)

## Forudsætninger:

Programmering i Python eller Java, lidt matematisk modenhed

## Format:

Forelæsninger (f-timer) ved Rolf Fagerberg.

Opgaveregning (e-timer) ved instruktør.

Arbejde selv og i studiegrupper.

## Eksamenform:

Skriftlig eksamen (juni), 7.5 ECTS:

Multiple-choice. Kun med bøger og noter (ingen programmer eller internet). Karakter efter 7-skala. Mål: check af kendskab til stoffet. [NB: reeksamen er *mundtlig*.]

# Kursets format (DM507/DS814)

## Forudsætninger:

Programmering i Python, lidt matematisk modenhed

## Format:

Forelæsninger (f-timer) ved Rolf Fagerberg.

Opgaveregning (e-timer) ved Instruktør.

Arbejde selv og i studiegrupper.

## Eksamenform:

Skriftlig eksamen (juni), 7.5 ECTS:

Multiple-choice. Kun med bøger og noter (ingen programmer eller internet). Karakter efter 7-skala. Mål: check af kendskab til stoffet. [NB: reeksamen er *mundtlig*.]

Projekt undervejs, 2.5 ECTS, Python:

I tre dele. Karakter B/IB. Skal ikke bestå for at gå til skriftlig eksamen. Mål: træne overførsel af stoffet til praksis (programmering).

# Kursets format (SE4-DMAD)

## Forudsætninger:

Programmering i C# eller Python, lidt matematisk modenhed

## Format:

Forelæsninger (f-timer) ved Rolf Fagerberg og Lene Monrad Favrholt.

Opgaveregning (e-timer) ved instruktør.

Arbejde selv og i studiegrupper.

## Eksamenform:

Skriftlig eksamen (juni), 10 ECTS:

Multiple-choice. Kun med bøger og noter (ingen programmer eller internet). Karakter efter 7-skala. Mål: check af kendskab til stoffet. [NB: reeksamen er *mundtlig*.]

# Materialer i algoritmer og datastrukturer

## Lærebog:

Cormen, Leiserson, Rivest, Stein:  
*Introduction to Algorithms*, 4th edition, 2022.

# Materialer i algoritmer og datastrukturer

## Lærebog:

Cormen, Leiserson, Rivest, Stein:

*Introduction to Algorithms*, 4th edition, 2022.

# Materialer i algoritmer og datastrukturer

## Lærebog:

Cormen, Leiserson, Rivest, Stein:

*Introduction to Algorithms*, 4th edition, 2022.

(Jeg vil også angive læsestof og opgaver ud fra 3rd edition.)

# Materialer i algoritmer og datastrukturer

## Lærebog:

Cormen, Leiserson, Rivest, Stein:

*Introduction to Algorithms*, 4th edition, 2022.

(Jeg vil også angive læsestof og opgaver ud fra 3rd edition.)

## Andet læremateriale på kursets webside:

Slides fra forelæsninger

Opgaver til øvelsestimer

Tidligere eksamenssæt

Projektet

# Forventet arbejdsindsats (DM578)

- ▶ Skim stof før forelæsning: 0,5 timer
- ▶ Forelæsning: 2 timer
- ▶ Læs stof efter forelæsning: 1,5 timer
- ▶ Opgaveregning (hjemme): 3 timer
- ▶ Opgaveregning (klasse): 2 timer



# Forventet arbejdsindsats (DM578)

- ▶ Skim stof før forelæsning: 0,5 timer  $\Leftarrow$  mindst vigtig
- ▶ Forelæsning: 2 timer
- ▶ Læs stof efter forelæsning: 1,5 timer
- ▶ Opgaveregning (hjemme): 3 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig
- ▶ Opgaveregning (klasse): 2 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig

# Forventet arbejdsindsats (DM578)

- ▶ Skim stof før forelæsning: 0,5 timer  $\Leftarrow$  mindst vigtig
- ▶ Forelæsning: 2 timer
- ▶ Læs stof efter forelæsning: 1,5 timer
- ▶ Opgaveregning (hjemme): 3 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig
- ▶ Opgaveregning (klasse): 2 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig

Ovenstående i gennemsnit 1.5 gang per uge over 14 uger. Dertil følgende én gang:

- ▶ Eksamenslæsning: 40 timer
- ▶ Eksamen: 3 timer

# Forventet arbejdsindsats (DM578)

- ▶ Skim stof før forelæsning: 0,5 timer  $\Leftarrow$  mindst vigtig
- ▶ Forelæsning: 2 timer
- ▶ Læs stof efter forelæsning: 1,5 timer
- ▶ Opgaveregning (hjemme): 3 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig
- ▶ Opgaveregning (klasse): 2 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig

Ovenstående i gennemsnit 1.5 gang per uge over 14 uger. Dertil følgende én gang:

- ▶ Eksamenslæsning: 40 timer
- ▶ Eksamen: 3 timer

I alt:  $14 \cdot 1.5 \cdot 9 + 40 + 3 = 232$  timer

# Forventet arbejdsindsats (DM578)

- ▶ Skim stof før forelæsning: 0,5 timer  $\Leftarrow$  mindst vigtig
- ▶ Forelæsning: 2 timer
- ▶ Læs stof efter forelæsning: 1,5 timer
- ▶ Opgaveregning (hjemme): 3 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig
- ▶ Opgaveregning (klasse): 2 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig

Ovenstående i gennemsnit 1.5 gang per uge over 14 uger. Dertil følgende én gang:

- ▶ Eksamenslæsning: 40 timer
- ▶ Eksamen: 3 timer

I alt:  $14 \cdot 1.5 \cdot 9 + 40 + 3 = 232$  timer

$7.5 \text{ ECTS} = 1/8 \text{ årsværk} = 1650/8 \text{ timer} = 206 \text{ timer}$

# Forventet arbejdsindsats (DM507/DS814)

- ▶ Skim stof før forelæsning: 0,5 timer  $\Leftarrow$  mindst vigtig
- ▶ Forelæsning: 2 timer
- ▶ Læs stof efter forelæsning: 1,5 timer
- ▶ Opgaveregning (hjemme): 3 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig
- ▶ Opgaveregning (klasse): 2 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig

Ovenstående i gennemsnit 1.5 gang per uge over 14 uger. Dertil følgende én gang:

- ▶ Projektet: 15+15+25 timer
- ▶ Eksamenslæsning: 40 timer
- ▶ Eksamen: 3 timer

I alt:  $14 \cdot 1.5 \cdot 9 + 55 + 40 + 3 = 287$  timer

10 ECTS =  $1/6$  årsværk =  $1650/6$  timer = 275 timer

# Forventet arbejdsindsats (SE4-DMAD)

- ▶ Skim stof før forelæsning: 0,5 timer  $\Leftarrow$  mindst vigtig
- ▶ Forelæsning: 2 timer
- ▶ Læs stof efter forelæsning: 1,5 timer
- ▶ Opgaveregning (hjemme): 3 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig
- ▶ Opgaveregning (klasse): 2 timer  $\Leftarrow$  mest vigtig

Ovenstående i gennemsnit 1.5 per uge over 14 uger (Rolf) og 0.5 gang per uge over 10 uger (Lene). Dertil følgende én gang:

- ▶ Eksamenslæsning: 40 timer
- ▶ Eksamen: 4 timer

I alt:  $(14 \cdot 1.5 + 10 \cdot 0.5) \cdot 9 + 40 + 4 = 278$  timer

10 ECTS =  $1/6$  årsværk =  $1650/6$  timer = 275 timer

# Kursets formål og plads i det store billede

# Kursets formål og plads i det store billede

Generelt mål i IT:

Få en computer til at udføre en opgave.



# Kursets formål og plads i det store billede

Generelt mål i IT:

Få en computer til at udføre en opgave.

Relaterede spørgsmål:

- ▶ Hvordan skrives programmer?  
Programmering, programmeringssprog, software engineering.
- ▶ Hvordan skal programmet løse opgaven?  
Algoritmer og datastrukturer, databasesystemer, lineær algebra med anvendelser, data mining og machine learning.
- ▶ (Hvor godt) er det overhovedet muligt at løse opgaven?  
Nedre grænser, kompleksitet, beregnelighed.
- ▶ Hvordan fungerer maskinen der udfører opgaven?  
Baggrundsviden om computerarkitektur og operativsystemer.

# Kursets formål og plads i det store billede

Generelt mål i IT: Få en computer til at udføre en opgave.

Relaterede spørgsmål:

- ▶ Hvordan skrives programmer?  
Programmering, programmeringssprog, software engineering.
- ▶ Hvordan skal programmet løse opgaven?  $\Leftarrow$  DM507/DM578/...  
Algoritmer og datastrukturer, databasesystemer, lineær algebra med  
anvendelser, data mining og machine learning.
- ▶ (Hvor godt) er det overhovedet muligt at løse opgaven?  
Nedre grænser, kompleksitet, beregnelighed.
- ▶ Hvordan fungerer maskinen der udfører opgaven?  
Baggrundsviden om computerarkitektur og operativsystemer.

## Hvordan skal programmet løse opgaven?

**Algoritme** = løsningsmetode.

Tilpas præcist skrevet ned: tegning, tekst, pseudo-kode,...

# Hvordan skal programmet løse opgaven?

**Algoritme** = løsningsmetode.

Tilpas præcist skrevet ned: tegning, tekst, pseudo-kode,...

**Datastruktur** = data + effektive operationer herpå.

# Hvordan skal programmet løse opgaven?

**Algoritme** = løsningsmetode.

Tilpas præcist skrevet ned: tegning, tekst, pseudo-kode,...

**Datastruktur** = data + effektive operationer herpå.

Forskellige niveauer af løsning:

1. **Opfind** én algoritme som løser opgaven.
2. **Sammenlign** flere algoritmer som løser opgaven.
3. Hvad er den **bedst mulige** algoritme som løser opgaven?

# Udvikling og vurdering af algoritmer

1. **Opfind** en algoritme som løser opgaven: Kræver ideer, erfaring, og en værktøjskasse med både eksisterende algoritmer og metoder til at udvikle nye.

# Udvikling og vurdering af algoritmer

1. **Opfind** en algoritme som løser opgaven: Kræver ideer, erfaring, og en værktøjskasse med både eksisterende algoritmer og metoder til at udvikle nye.
2. **Sammenlign** flere algoritmer som løser opgaven: Kræver definition af hvad kvalitet er (ofte: kvalitet = lavt tidsforbrug).

# Udvikling og vurdering af algoritmer

1. **Opfind** en algoritme som løser opgaven: Kræver ideer, erfaring, og en værktøjskasse med både eksisterende algoritmer og metoder til at udvikle nye.
2. **Sammenlign** flere algoritmer som løser opgaven: Kræver definition af hvad kvalitet er (ofte: kvalitet = lavt tidsforbrug).
3. Hvad er den **bedst mulige** algoritme som løser opgaven?



# Udvikling og vurdering af algoritmer

1. **Opfind** en algoritme som løser opgaven: Kræver ideer, erfaring, og en værktøjskasse med både eksisterende algoritmer og metoder til at udvikle nye.
2. **Sammenlign** flere algoritmer som løser opgaven: Kræver definition af hvad kvalitet er (ofte: kvalitet = lavt tidsforbrug).
3. Hvad er den **bedst mulige** algoritme som løser opgaven?

**Analyse** (tænkearbejde, argumenter, beviser): godt værktøj til punkt 1, 2 og 3. Giver høj sikkerhed for korrekthed af metoden/idéen. Sparer implementationsarbejde. Sammenligning upåvirket af: maskine, sprog, programmør, og valg af testdata.

**Afprøvning** (implementation, test): godt værktøj til punkt 1 og 2. Kan udforske ideer, fange implementationsfejl, belyse ting som ikke fanges af analysen.

# Udvikling og vurdering af algoritmer

DM507/DM578/DS814/SE4-DMAD vil have **mest fokus på analyse**, lidt mindre på implementation og afprøvning.

# Udvikling og vurdering af algoritmer

DM507/DM578/DS814/SE4-DMAD vil have **mest fokus på analyse**, lidt mindre på implementation og afprøvning.

I alle byggefag analyserer og planlægger man, før man bygger (tænk f.eks. storebæltsbro).

# Hvad med GenAI?

# Hvad med GenAI?

GenAI er en måde **hurtigt** at skaffe sig kode, som **måske** virker.

# Hvad med GenAI?

GenAI er en måde **hurtigt** at skaffe sig kode, som **måske** virker.

Et universitetstudie bør klæde jer på, så I kan **vurdere** output af GenAI.  
Derfor bliver I nødt til at **forstå** principperne selv.

# Hvad med GenAI?

GenAI er en måde **hurtigt** at skaffe sig kode, som **måske** virker.

Et universitetstudie bør klæde jer på, så I kan **vurdere** output af GenAI.  
Derfor bliver I nødt til at **forstå** principperne selv.

Forståelse kommer af **hjernens arbejde** med stoffet. Ikke øjnenes.

# Målsætning for kurset

DM507 giver dig en **værktøjskasse af algoritmer** for fundamentale opgaver, samt **metoder til at udvikle og analysere nye algoritmer** og varianter af eksisterende.





# Målsætning for kurset

Øvelser og programmeringsprojekter øger din **forståelse** for værktøjerne og træner dig i brugen af dem.



# Målsætning for kurset

Øvelser og programmeringsprojekter øger din **forståelse** for værktøjerne og træner dig i brugen af dem.



Undervejs begejstres du måske også over **smarte og elegante ideer** i algoritmer og analyser.



# Konkret indhold af kurset

## Algoritmer:

- ▶ Analyse af algoritmer: korrekthed og køretid (analyseværktøj)
- ▶ Del og hersk algoritmer (algoritmemetode)
- ▶ Grådige algoritmer (algoritmemetode)
- ▶ Dynamisk programmering (algoritmemetode)
- ▶ Konkrete algoritmer for sortering, graf-problemer (BFS, DFS, korteste veje, udspændende træer, ...), fil-komprimering, multiplikation af matricer, ...

## Datastrukturer:

- ▶ Ordbøger (søgetræer og hashing)
- ▶ Prioritetskøer (heaps)
- ▶ Disjunkte mængder