

Energispild fra datacentre

Flerfagligt undervisningsforløb i samfundsfag og fysik
v/ Lena Bro og René C. Møller
i samarbejde med AAU og Asetek



STEM-projekt
Aalborghus Gymnasium november 2021

Indhold

Kort forløbsbeskrivelse	3
Lektionsoversigt samfundsfag	4
Nærmere specificeret indhold i samfundsfagstimerne	6
Miljø- og klimapolitik 1, Klimapolitik s. 16-19 og miljøpolitik.....	6
Miljø- og klimapolitik 2, Økonomibogen, side 85-88	6
Miljø- og klimapolitik 3, Økonomibogen, 99-100, 127-130.....	6
Miljø- og klimapolitik 4, opfølgning på Asetek-besøg	7
Miljø- og klimapolitik 5, Økonomibogen s. 139-143	8
Miljø- og klimapolitik 6, EU og klima- og miljøpolitik	8
Miljø- og klimapolitik 7, Det Politiske Europa, Branner, 143-148	9
Miljø- og klimapolitik 8, Det Politiske Europa, Branner, 148-153 og ANALYSE: De europæiske energiprisers himmelflugt bringer EU's grønne planer i fare	10
Miljø- og klimapolitik 9, De europæiske energiprisers himmelflugt bringer EU's grønne planer i fare	10
Lektionsoversigt fysik (C-niveau)	11
Asetek Datacenter	13
Opgave om Asetek.....	14

Kort forløbsbeskrivelse

Forløbet arbejdede med klima, miljø og energi, hvor samfundsfag tog sig af klimapolitik og miljøpolitik med særlig fokus på de økonomiske forklaringer på markedsfejl, og de medfølgende negative eksternaliteter, som ødelægger fælles goder. Spørgsmålet var derefter hvilke forskellige miljøpolitiske styrings- og reguleringsmekanismer, man kan gribe fat i som politiker samtidig med, at man gerne ville opnå de økonomiske mål. Dette blev et springbræt til at snakke om, hvor meget EU bestemmer over Danmark med særlig fokus på klima- og miljøpolitik. Denne del af forløbet blev afsluttet med, at eleverne skrev et notat til Asetek, der skulle hjælpe Asetek med at argumentere overfor forskellige institutioner ift. deres ønsker om politisk regulering af overskydende servervarme. Fysik fokuserede på energi og energiomsætning, energiformer, specifik varmekapacitet for vand og metalodder, brændværdi og fjernvarme.

Lektionsoversigt samfundsfag

LEKTION	LEKTIE	FOKUS
1.	"Markant flere vælgere lader klima og miljø afgøre stemme til kommunalvalg", 14. september 2021, https://www.kl.dk/nyheder/momentum/2021/2021-13/markant-flere-vaelgere-lader-klima-og-miljoe-afgoere-stemme-til-kommunalvalg/	Hvad er vigtigst for vælgerne? (vælgeradfærd, partiadfærd, ideologi, fordelings- og værdipolitik)
2.	Klimapolitik, Nedergaards, Columbus, s. 16-19 Læsefokus: Hvad er klimapolitik? Hvad er en markedsfejl? Fokus på at forstå de to ovenstående begreber, resten kan skimmes. figurerne vil blive gennemgået på timen. Denne lektie forsøger at forklare hvad problemet er. Miljøpolitiske styrings- og reguleringsmidler fra "Miljøpolitik», Gregersen (tre sider) Læsefokus: Nedskriv en kort forklaring på hvilke politiske redskaber man har (tabellen) Denne lektie forsøger at forklare hvad man kan gøre det problemet som bliver præsenteret i den første lektie.	Hvad er klimapolitik? Hvad er en markedsfejl? Og hvilke styrings- og reguleringsmidler har politikerne?
3.	Genlæs noter om fordelings- eller værdipolitik. Og overvej om miljø- og klimapolitik er fordelings- eller værdipolitik. Økonomibogen, Columbus: side 85-88 Læsefokus: Forstå figur 5.4, nedskriv en kort forklaring på det økonomiske kredsløb	Hvilke styrings- og reguleringsmidler har politikerne? ideologi, fordelings- og værdipolitik)
4.	Økonomibogen, Columbus: side 99-100, 127-130 Læsefokus: Fokus på hvad er de økonomiske mål, specielt økonomisk vækst: læs afsnit 6.1 og 6.11 om økonomisk vækst og læs afsnit 6.7 om diskussionen: Er der modsætning mellem økonomisk vækst og bæredygtighed	Hvilke økonomiske mål er vigtigst for politikerne? Og er der modsætning mellem økonomisk vækst og bæredygtighed. Intro til Aseteks svar på om der er modsætning mellem økonomisk vækst og bæredygtighed
5.	Fokus: Hvad har besøget på Asetek med forløbet om klima- og miljøpolitik at gøre? Find mindst ét begreb eller en teori, der kan bruges til at beskrive dette (altså hvad Asetek-besøg har med klima- og miljøforløb). Brug fem minutter til at forbedre din forståelse af dette begreb (skriv det ned: både den "oprindelige" forståelse og den nye og forbedrede forklaring). Dette skal afleveres i starten af timen.	Hvorfor er det nødvendigt for Asetek at få politikerne til at lovgive om overskudsvarme?

6.	Økonomibogen, Columbus: side 139-143 Hvad er finanspolitik (ekspansiv og kontraktiv)? Hvad er multiplikatoreffekten? Hvad er den marginale forbrugskvote, marginale importkvote og den marginale opsparingskvote?	Hvordan kan man påvirke økonomien i en blandingsøkonomi? Og hvordan påvirke det vækst og bæredygtighed?
7.	Genlæs dine noter om EU fra 1.g. Fokus: Hvilken rolle spiller EU i klima- og miljøpolitik? Overvej hvilke dele af dine noter er relevante for klima- og miljø-forløbet. Udvælg én af disse elementer fra dine noter og gør din forståelse bedre (vha. grundbog, artikler eller google-søgning).	Hvilken rolle spiller EU i klima- og miljøpolitik?
8.	Det Politiske Europa, Banner, 4.udg. Læs s. 143-148 Hvordan har EU ændret sin rolle ift. klima? Hvordan har EU's klimamålsætningerne ændret sig? Hvad er et kvotesystem? (Og hvordan har det udviklet sig i EU?)	Hvilke slags redskaber har EU til at påvirke klima- og miljø? Og hvilke institutioner laver hvad i klima- og miljøpolitik. Fokus på Green Deal og energi-unionen
9.	Det Politiske Europa, Banner, 4.udg. læs s. 148-153 Læsefokus: Hvad er energiunionen? Hvad er formålet med energiunionen?	Hvilke slags redskaber har EU til at påvirke klima- og miljø? Og hvilke institutioner laver hvad i klima- og miljøpolitik. Fokus på Green Deal og energi-unionen
10.	De europæiske energiprisers himmelflugt bringer EU's grønne planer i fare, Information, 6. oktober 2021	Skriv et notat (der skal gøre Asetek klar til at argumentere overfor X ift. at få overskudsvarme fra servere med i Green Deal). Inddrag viden om økonomi, den almindelig lovgivningsproces og viden om energiunionen, og artiklen om de stigende energipriser)

Nærmere specificeret indhold i samfundsfagstimerne

Miljø- og klimapolitik 1, Klimapolitik s. 16-19 og miljøpolitik

1. Hvad lærte vi sidste gang:
 - a. De vigtigste begreber og teorier: noter dertil
 - b. Udvidet dagens sætninger fra alle timer
2. Dagens lektie: Klimapolitik, Nedergaard, Columbus
 - a. Hvad er klimapolitik?
 - b. Hvad er en markedsfejl?
 - c. Fokus på at forstå de to ovenstående begreber, resten kan skimmes. figurerne vil blive gennemgået på timen. Denne lektie forsøger at forklare hvad problemet er.
3. Dagens lektie: Miljøpolitiske styrings - og reguleringsmidler, fra Miljøpolitik, Gregersen
 - a. Denne lektie forsøger at forklare hvad man kan gøre det problemet som bliver præsenteret i den første lektie.
 - b. Nedskriv en kort forklaring på hvilke politiske redskaber man har (tabellen)
4. Dagens sætning?

Miljø- og klimapolitik 2, Økonomibogen, side 85-88

1. Hvad lærte vi sidste gang?
 - a. noter om fordelings- og værdipolitik
 - b. overvej om miljø- og klimapolitik er fordelings- eller værdipolitik.
2. Dagens lektie: Økonomibogen, side 85-88
 - a. Forstå figur 5.4, nedskriv en kort forklaring
 - b. Hvor flyder pengene hen?
 - i. Afløb (opsparing, skatter og import)
 - ii. Indløb (investeringer, offentlige udgifter og eksport)
3. Anvendelse af det økonomiske kredsløb: Det økonomiske kredsløb s. 88 (alle otte)
 - a. Hvorfor har dette noget med klima- og miljøpolitik at gøre?
 - b. (hvis tid: hvad skete der i marts 2020 forklaret ud fra det økonomiske kredsløb, find statistik).
4. Dagens sætning?

Miljø- og klimapolitik 3, Økonomibogen, 99-100, 127-130

Plan (klima- og miljøpolitik → økonomiske kredsløb og de økonomiske mål)

1. Aktuel SA: <https://www.dr.dk/nyheder/udland/valgityskland/ny-tysk-regering-varsler-stort-opbrud-efter-16-aar-med-merkel>
2. Hvad lærte vi sidste gang?

3. Dagens lektie: Økonomibogen, side 99-100, 127-130
- Hvad er de økonomiske mål, specielt økonomisk vækst:
 - læs afsnit 6.1 og 6.11 om økonomisk vækst
 - og læs afsnit 6.7 om diskussionen: Er der modsætning mellem økonomisk vækst og bæredygtighed

4. Øver diskussion:

- a. Dansk Industri mod forskere: bør der være grænser for økonomisk vækst? I din diskussion skal du inddrage viden om økonomi. (Teori, aktuel viden eller resultater (statistik eller lign) i alle kasser.

Ja (udgangspunkt I forskerne)	Næ, det er ikke nødvendigt (udgangspunkt i DI)

- b. Fælles brain storm om hvad der kan være i en diskussion og fordeling af disse.

5. Dagens sætning?

Miljø- og klimapolitik 4, opfølgning på Asetek-besøg

Plan (klima- og miljøpolitik → økonomiske kredsløb og de økonomiske mål)

- Hvad lærte vi sidste gang?
- Dagens lektie: Økonomibogen:
 - Markedsfejl, eksternaliteter, økonomiske mål (og den ideologiske vægtning), modsætning mellem økonomisk vækst og bæredygtighed?

3. Øver diskussion:

- a. Dansk Industri mod forskere: bør der være grænser for økonomisk vækst? I din diskussion skal du inddrage viden om økonomi. (Teori, aktuel viden eller resultater (statistik eller lign) i alle kasser.

Ja (udgangspunkt I forskerne)	Næ, det er ikke nødvendigt (udgangspunkt i DI)

- b. Fælles brain storm om hvad der kan være i en diskussion og fordeling af disse.
Afleveres i google-doc

Miljø- og klimapolitik 5, Økonomibogen s. 139-143

Plan (klima- og miljøpolitik → økonomiske kredsløb og de økonomiske mål → hvilke redskaber har statsmagten ift. økonomien)

1. Hvad lærte vi sidste gang?
 - a. Diskussion – læs og feedback i google-doc- Efter aflevering af egen tekst, så læs mindst tre andre og giv feedback til én. Er "fejlen" rettet, er teksten blevet tydeligere? KUN konstruktiv feedback. Alle felter skal fyldes
2. Dagens lektie: Økonomibogen, side 139-143
 - a. Hvad er finanspolitik (ekspansiv og kontraktiv)?
 - b. Hvad er multiplikatoreffekten?
 - c. Hvad er den marginale forbrugskvote, marginale importkvote og den marginale opsparingskvote?
 - d. Lena: pengepolitik, valutapolitik og strukturpolitik (uddannelse, arbejdsmarked, produktivitet, pension, skat og klima).
3. Hvis tid: brug det økonomiske kredsløb til at finde irl eksempler på finanspolitik (kontraktiv og ekspansiv)
4. Dagens sætning.

Miljø- og klimapolitik 6, EU og klima- og miljøpolitik

Plan (klima- og miljøpolitik → økonomiske kredsløb og de økonomiske mål → hvilke redskaber har statsmagten ift. økonomien)

1. Hvad lærte vi sidste gang?
 - a. Diskussion og gennemgang af feedback
2. Hvad lærte vi sidste gang?
 - a. Hvad er finanspolitik (ekspansiv og kontraktiv)?
 - b. Hvad er multiplikatoreffekten?
 - c. Hvad er den marginale forbrugskvote, marginale importkvote og den marginale opsparingskvote?
 - d. underviser: pengepolitik, valutapolitik og strukturpolitik (uddannelse, arbejdsmarked, produktivitet, pension, skat og klima).
 - i. Se på figurerne nedenfor og se om I kan forklare figurerne med ovenstående begreber.
 - e. <https://tidsskrift.dk/samfundsokonomien/article/download/123556/170561/25942>
4

3. Genlæs dine noter om EU fra 1.g. Overvej hvilke dele af dine noter er relevante for klima- og miljø-forløbet: Deles i google-doc og gennemgang på klassen
4. Research: hvad laver hhv. X ift. klima- og miljøpolitik?
 - a. Ministerrådet, 1,2
 - b. Det Europæiske råd, 3,4
 - c. Kommissionen, 5,6
 - d. EU-parlamentet 7,8
5. Kort fremlæggelse for hinanden og noter i google-doc.
6. Dagens sætning.

Miljø- og klimapolitik 7, Det Politiske Europa, Branner, 143-148

Plan (klima- og miljøpolitik: hvem laver hvad i EU?)

1. Hvad lærte vi sidste gang?
2. Lektie: Det Politiske Europa, Branner, 143-148
 - a. Hvordan har EU ændret sin rolle ift. klima?
 - b. Hvordan har EU's klimamålsætningerne ændret sig?
 - c. Hvad er et kvotesystem? (Og hvordan har det udviklet sig i EU?)
3. Gennemgang af den almindelige lovgivningsprocedure:
[https://cdnapisec.kaltura.com/html5/html5lib/v2.78/mwEmbedFrame.php/p/2158211/uiconf_id/41529191/entry_id/0_mxef7ebd?wid=2158211&iframeembed=true&playerId=kaltura_player_1535372893&entry_id=0_mxef7ebd&flashvars\[streamerType\]=auto#](https://cdnapisec.kaltura.com/html5/html5lib/v2.78/mwEmbedFrame.php/p/2158211/uiconf_id/41529191/entry_id/0_mxef7ebd?wid=2158211&iframeembed=true&playerId=kaltura_player_1535372893&entry_id=0_mxef7ebd&flashvars[streamerType]=auto#)
 - a. s. 68: https://www.eu.dk/-/media/sites/euobeta/publikationer/saadan_arbejder_eu.ashx
 - b. <https://www.eu.dk/da/fakta-og-tal/s%C3%A5dan-lovgiver-eu/beslutningsprocessen-i-eu>
4. Research: hvad laver hhv. X ift. klima- og miljøpolitik?
 - a. Ministerrådet, 1,2
 - b. Det Europæiske råd, 3,4: <https://www.consilium.europa.eu/da/european-council/>
 - c. Kommissionen, 5,6
 - d. EU-parlamentet 7,8
5. Kort fremlæggelse for hinanden og noter i google-doc. Vigtigste pointer på klassen og dagens sætning.

Miljø- og klimapolitik 8, Det Politiske Europa, Branner, 148-153 og ANALYSE: De europæiske energiprisers himmelflugt bringer EU's grønne planer i fare Plan (hvordan skriver man et notat)

1. Hvad lærte vi sidste gang?
2. Lektie: Det Politiske Europa, Branner, 148-153
 - a.
 - b. Læsefokus:
 - c. Hvad er energiunionen?
 - d. Hvad er formålet med energiunionen?
 - e. Når I har svaret på læsefokus, kan resten skimmes
3. ANALYSE: De europæiske energiprisers himmelflugt bringer EU's grønne planer i fare
 - a. Find de tre vigtigste pointer i artiklen, der kræver log-in
4. Skriv et notat (der skal gøre en dansk virksomhed klar til at argumentere overfor EU om et miljøtiltag). Inddrag viden om økonomi, den almindelig lovgivningsproces og viden om energiunionen, og artiklen om de stigende energi-priser)
 - a. Ministerrådet, 1,2
 - b. Det Europæiske råd, 3,4
 - c. Kommissionen, 5,6
 - d. EU-parlamentet 7,8
5. Afleveres i google-doc: vi læser et par af dem i slutningen af næste time
6. Dagens sætning.

Miljø- og klimapolitik 9, De europæiske energiprisers himmelflugt bringer EU's grønne planer i fare

Plan (Notat)

1. Hvad lærte vi sidste gang?
2. Lektie: ANALYSE: De europæiske energiprisers himmelflugt bringer EU's grønne planer i fare
 - a. Find de tre vigtigste pointer i artiklen, der kræver log-in
3. Skriv et notat (der skal gøre Asetek klar til at argumentere overfor X ift. at få overskudsvarme fra servere med i Green Deal). Inddrag viden om økonomi, den almindelig lovgivningsproces og viden om energiunionen, og artiklen om de stigende energi-priser)
 - a. Ministerrådet, 1,2
 - b. Det Europæiske råd, 3,4
 - c. Kommissionen, 5,6

d. EU-parlamentet 7,8

4. Afleveres her: læs og feedback på notat

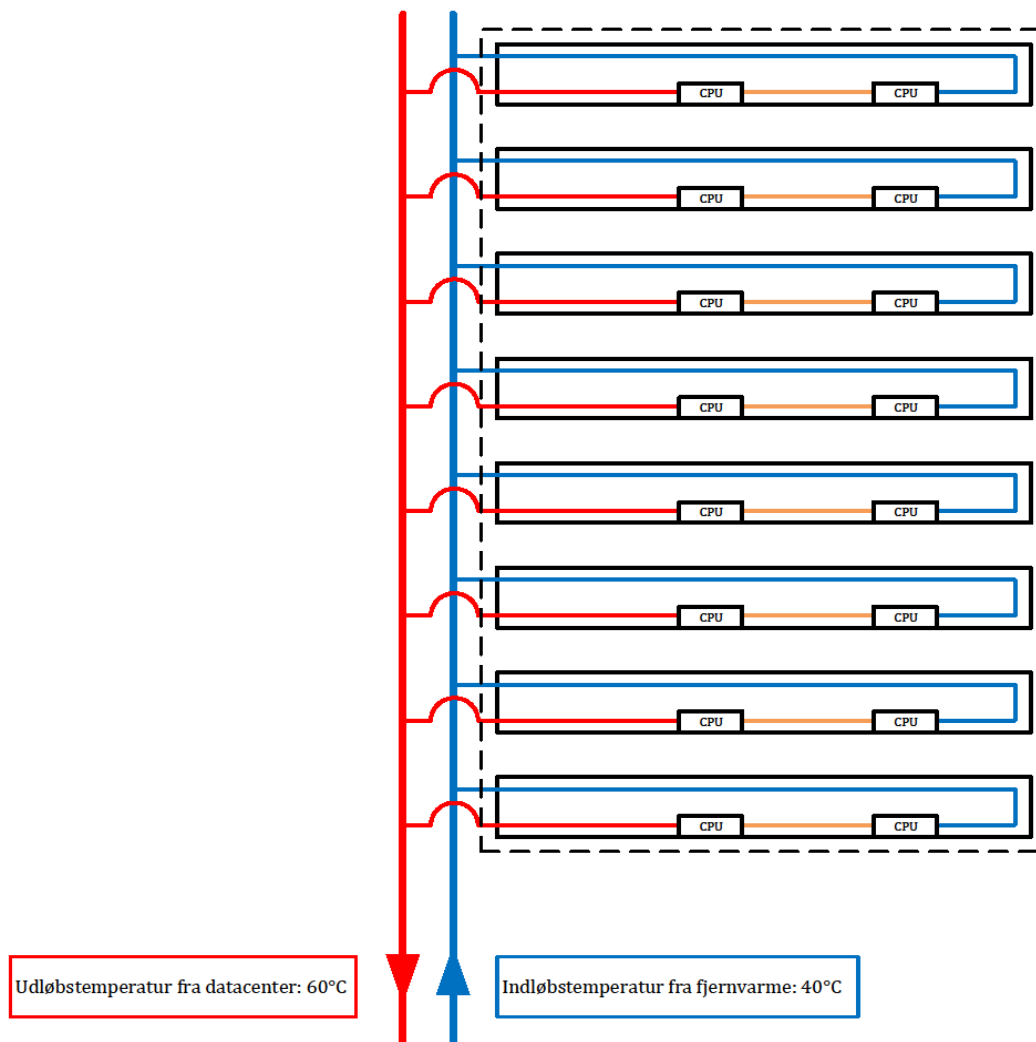
5. Forløbets sætninger skrives i grupper, begreber og teorier skrives i google-doc.

Lektionsoversigt fysik (C-niveau)

LEKTION	MODULINDHOLD	FOKUS
1.	Lektie: "Vejen til Fysik C", s. 36-39. <ul style="list-style-type: none">• Forskellige energi former.• Energibegrebet i historisk sammenhæng.• Energibegreb og energikæder• Enheder for energi• Opgaveregning	Energibegreb og energikæder
2.	Lektie: "Vejen til Fysik C", s. 39-45. <ul style="list-style-type: none">• Elektrisk energi• Varme energi• Opgaveregning	Elektrisk energi + Varme energi
3.	Lektie: "Vejen til Fysik C", s. 52-53 + 46-51. <ul style="list-style-type: none">• Specifik varmekapacitet• Nyttetvirkning (Elev laver forsøg, hvor nyttetvirkning af el-kedel, gammeldags kogeplade med gryde og induktionskogeplade med gryde sammenlignes.)	Elev forsøg omkring nyttetvirkning
4.	Lektie: "Vejen til Fysik C", s. 46-51. <ul style="list-style-type: none">• Opgaveregning i Varmeenergi og specifik varmekapacitet.• Demonstrations forsøg, hvor varm sten overfører varmeenergi til koldt vand. Bestemmelse af specifik varmekapacitet for stenen.	Demonstrations forsøg
5.	Lektie: "Vejen til Fysik C", s. 46-51. <ul style="list-style-type: none">• Densitet• Elev laver forsøg hvor de bestemmer den specifikke varmekapacitet for et fast stof (gøres for 2 forskellige metallodder). Elev bestemmer hvilke type lod de har fået udleveret, både ud fra specifik varmekapacitet, men også en densitetsbestemmelse.	Elev forsøg til bestemmelse af specifik varmekapacitet.
6.	Elev laver rapport over forsøget fra sidst.	Forståelse for $E=m \cdot c \cdot \Delta T$
7.	Besøg på virksomhed, Asetek	Indblik i virksomheds udfordringer både teknologisk og samfundsfagligt.
8.	Lektie: "Vejen til Fysik C", s. 54-62. <ul style="list-style-type: none">• Tilstandsformer	Fordampning + Smeltning af vand.

	<ul style="list-style-type: none">• Faseovergang• Opgaveregning	
9.	Lektie: "Vejen til Fysik C", s. 63-65. <ul style="list-style-type: none">• Specifik fordampningsvarme.• Specifik smeltevarme.• Brændværdi.• Opgaveregning	Kræver meget energi at fordampe vand. Forskellige stoffer har forskellig brændværdi.
10.	Elever laver forsøg om specifik smeltevarme for is.	Elev forsøg om specifik smeltevarme for is
11.	Lektie: "Vejen til Fysik C", s. 90-97 <ul style="list-style-type: none">• Elforsyning• fjernvarmeforsyningen• udveksling af energi med vores nabolande Se (https://energinet.dk/energisystem_fullscreen) <ul style="list-style-type: none">• Opgaveregning omkring energiforsyning	
12.	<ul style="list-style-type: none">• Aalborghus' solcelle anlæg studeres på: http://172.16.30.37/. (Adresse på skolens net). Udenfor skolen er det http://185.20.242.37.• Herefter "Opgave Asetek.docx"	Forståelse for beregninger på Aseteks mini-datacenter og Aseteks samfundsmæssige problemstillinger

Asetek Datacenter



Der forbruges op til 500 watt per server i Aseteks datacenter og der er totalt set 80 servere i et rack.

Det er muligt at opsamle følgende andel af denne effekt i væskekølingen:

- Lav opsamling = 60% af den totale effekt
- Mellem opsamling = 70% af den totale effekt
- Høj opsamling = 80% af den totale effekt

Om der er tale om lav, mellem eller høj opsamling, beror på typen af arbejde i datacenteret, omgivelsestemperatur samt om der er tale om konstant eller variende last.

Opgave om Asetek

Asetek oplyser følgende:

- Kølemediet er vand med normale egenskaber: $\rho = 1000[\text{kg}/\text{m}^3]$ og $c = 4180[\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}]$
- Normalt strømforbrug i et datacenter til køling for en luftkølet server er 25,2W per blæser, og der er 3stk i alt.
- I Aseteks setup kører de med en blanding af luftkølet blæser og vandkøling. Blæsereffekt på 25W (1 blæser), men har også vandpumperne, der hver især bruger 3W, og dem er der 2stk af.
 - Hertil har Asetek en stor pumpe til fjernvarmen, der bruger 675W når der køres fuld effekt.
- I Aseteks meget lille datacenter har de 80 servere. Hver server har et effektforbrug på 469 W uden afkøling.
- Asetek kan opsamle mellem 60% – 80% af den totale effekt der bruges ved væskekøling afhængigt af servernes belastning.

Opgave:

- Udregn effektforbruget til den normale blæser baseret afkøling i en server
- Udregn effektforbruget til Aseteks afkøling af en server
- Udregn den totale effekt for en luftbaseret afkøling af et server rack, der består af 80 servere.
- Udregn den totale effekt for en vandbaseret afkøling af et server rack, der består af 80 servere.
- Hvad er merforbruget ved luftkøling fremfor vandkøling i Aseteks lille datacenter?
- Find på nettet oplysninger om Danmarks samlede effekt forbrug til datacentre både nu og i fremtiden.
- Forklar, vha. økonomisk teori, hvilke problemer dette forbrug kan medføre i fremtiden og hvilke politiske redskaber man har for at bekæmpe disse problemer.
- Giv et begrundet bud på hvor meget energi Asetek kan opsamle. Omregn denne energimængde til liter opvarmet vand, når fjervarmevand skal opvarmes fra 40 til 60 grader.

I skal kunne præsentere jeres svar til sidst i timen for resten af klassen.