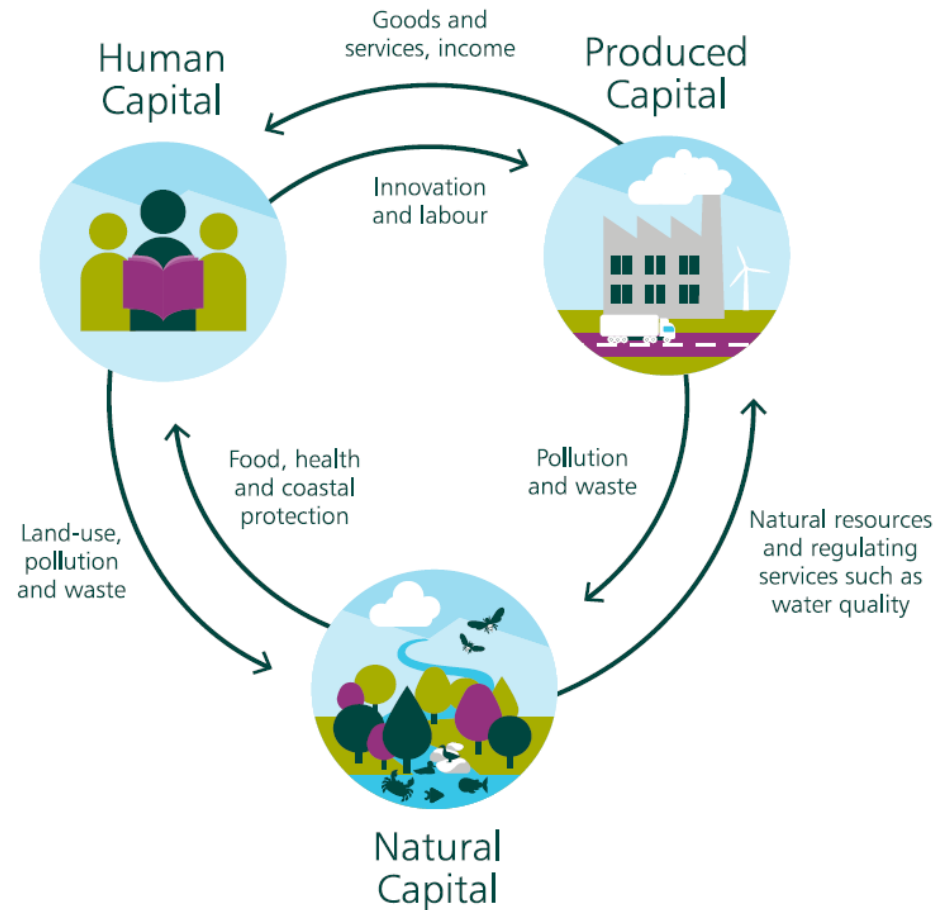


A photograph of an industrial facility, likely a power plant or refinery, silhouetted against a bright orange and yellow sunset sky. A large, thick plume of smoke or steam rises from one of the tall smokestacks, stretching across the upper half of the frame. The foreground shows a body of water and some lower-level industrial structures.

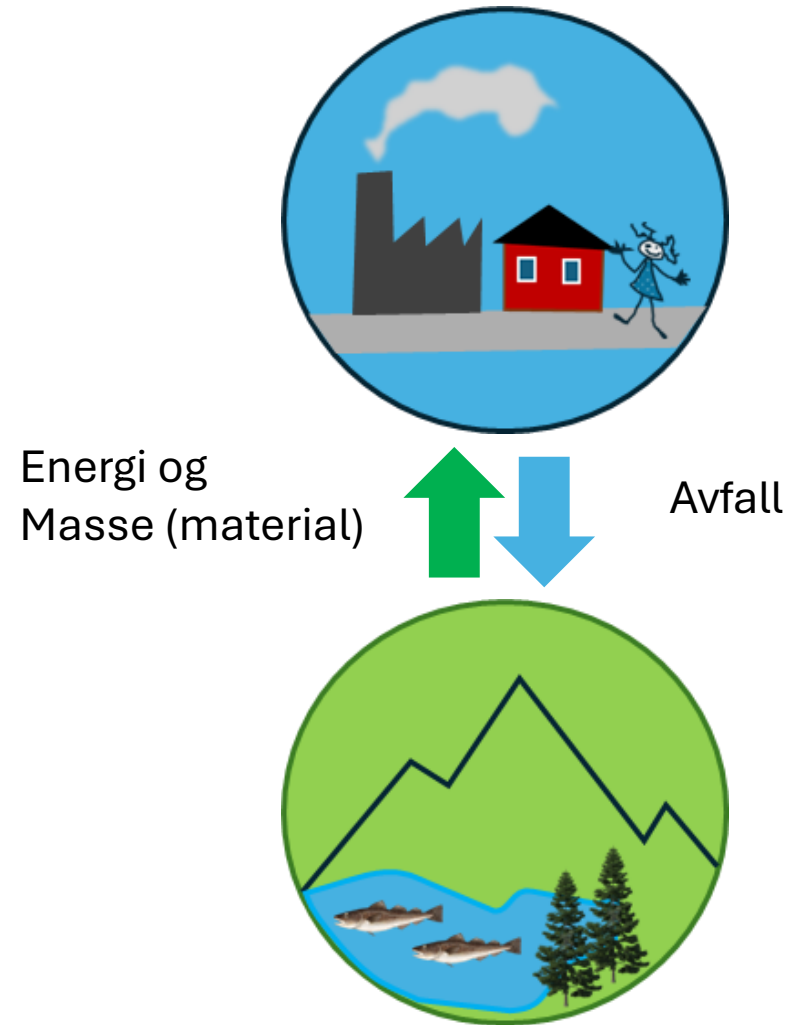
Kontroll av forurensing

Tietenberg og Lewis kap. 7
SOK-2302 H25

Relasjonen mellom naturen og økonomien



Relasjonen mellom naturen og økonomien



Forurensing og miljøskader



Mengde avfall bestemmer belastningen på miljøet, men omfanget på miljøskadene avhenger i hvilken grad miljøet klarer å **absorbere** forurensingen

→ **Miljøets absorpsjonskapasitet**

Energi og
Masse (material) ↑ ↓ Avfall



Forurensing



Absorpsjonskapasitet



Forurensingen omvandles til «annet» av naturen og har liten negativ innvirkning

Forurensing

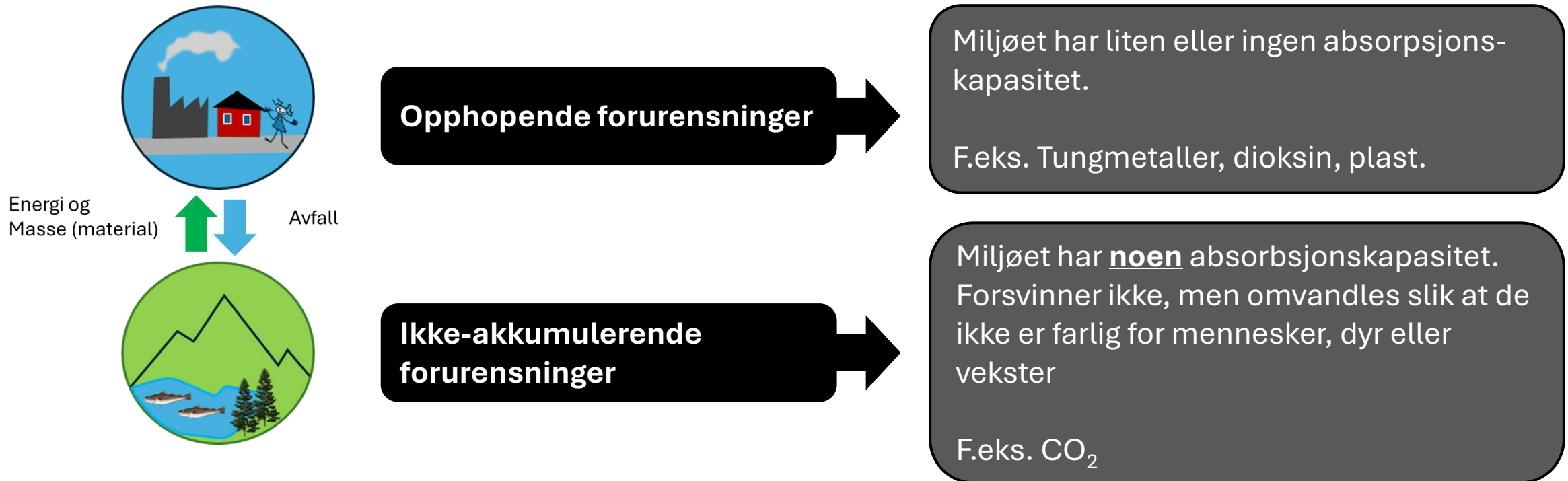


Absorpsjonskapasitet



Forurensingen blir lagret i miljøet

Forurensing og miljøskader



Forurensningens utbredelse

Den horisontale og vertikale utbredelsen av forurensning varierer mellom ulike forurensninger



Stratosfære

Troposfære

Hav

Jordoverflate

Vertikal utbredelse

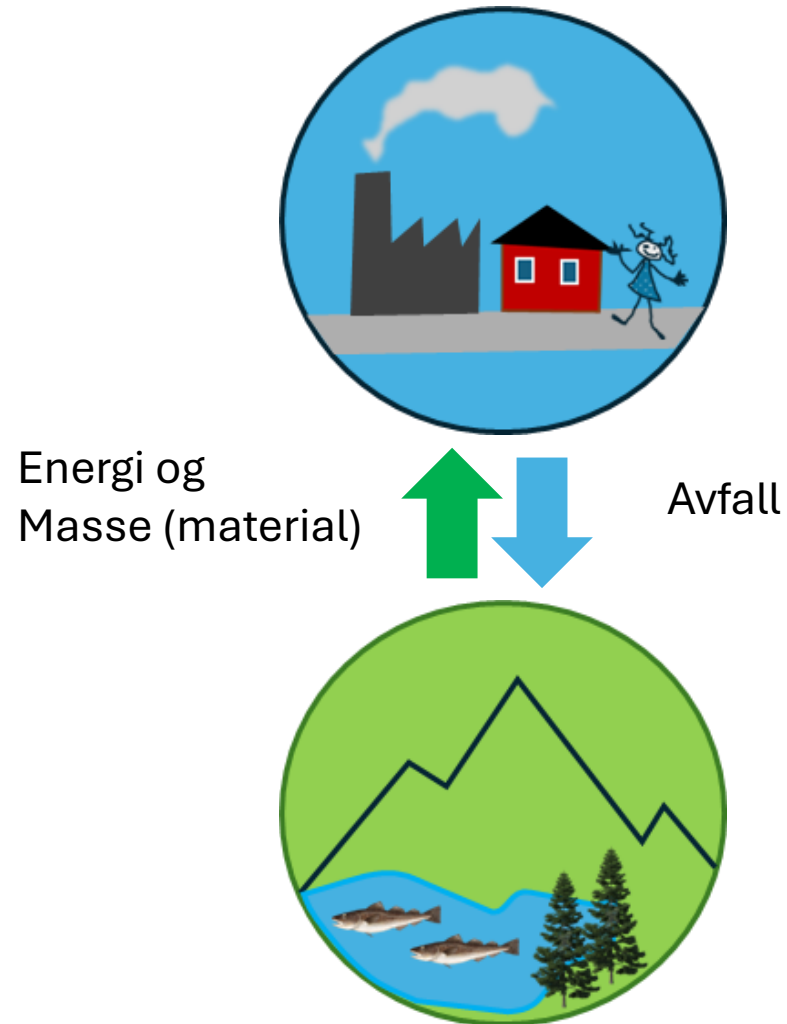
Horizontal utbredelse

Lokal

Regional

Global

To viktige spørsmål



Hva er riktig nivå på mengde forurensing/avfall?

Hvordan skal ansvaret for forurensingen fordeles mellom ulike kilder til forurensingen?

Effektiv allokering av forurensning

Opphopende forurensninger

```
graph TD; A[Opphopende forurensninger] --> B[Jordens absorpsjonskapasitet = ikke fornybar ressurs (uttømningsbar)]; B --> C[Dynamisk effektivitet: Maksimering av nåverdien av nettonytten av den forurensende produksjonen  
Nåverdi av (konsum – skadekostnad)];
```

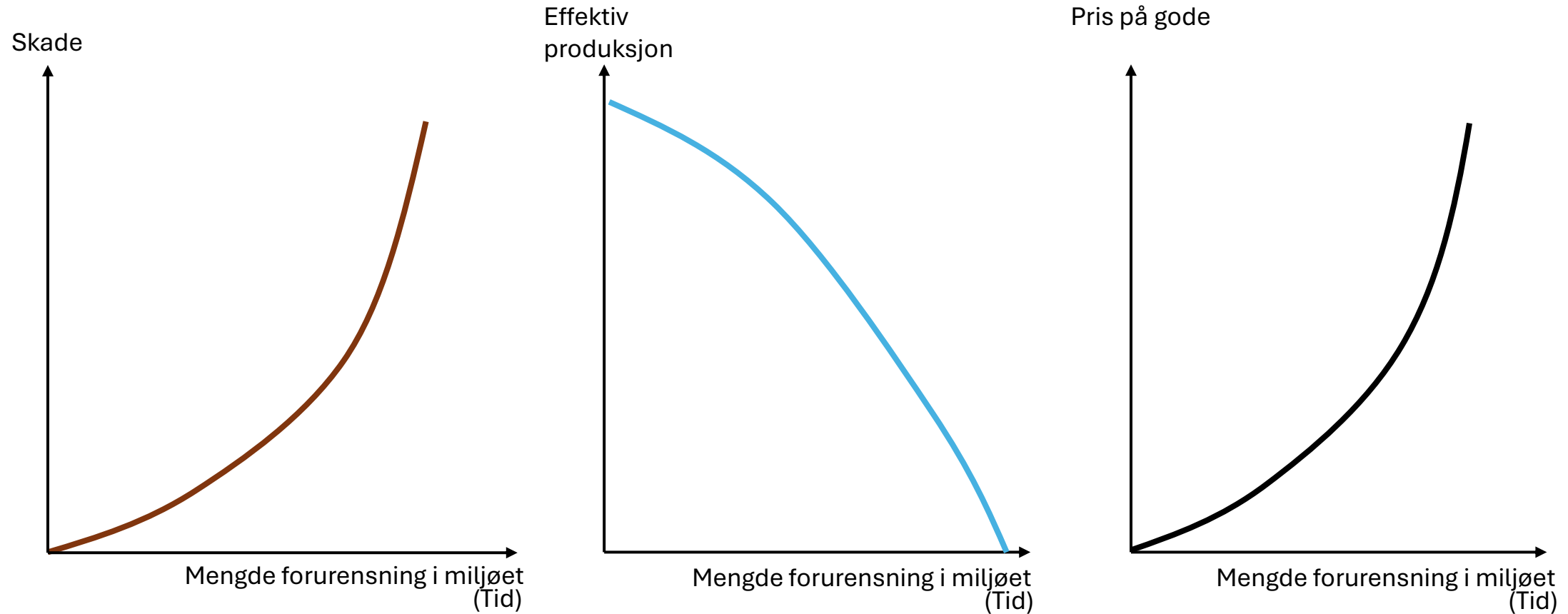
Jordens absorpsjonskapasitet
= ikke fornybar ressurs (uttømningsbar)

Dynamisk effektivitet:

Maksimering av nåverdien av nettonytten av den forurensende produksjonen
Nåverdi av (konsum – skadekostnad)

Effektiv allokering av forurensning

Opphopende forurensninger



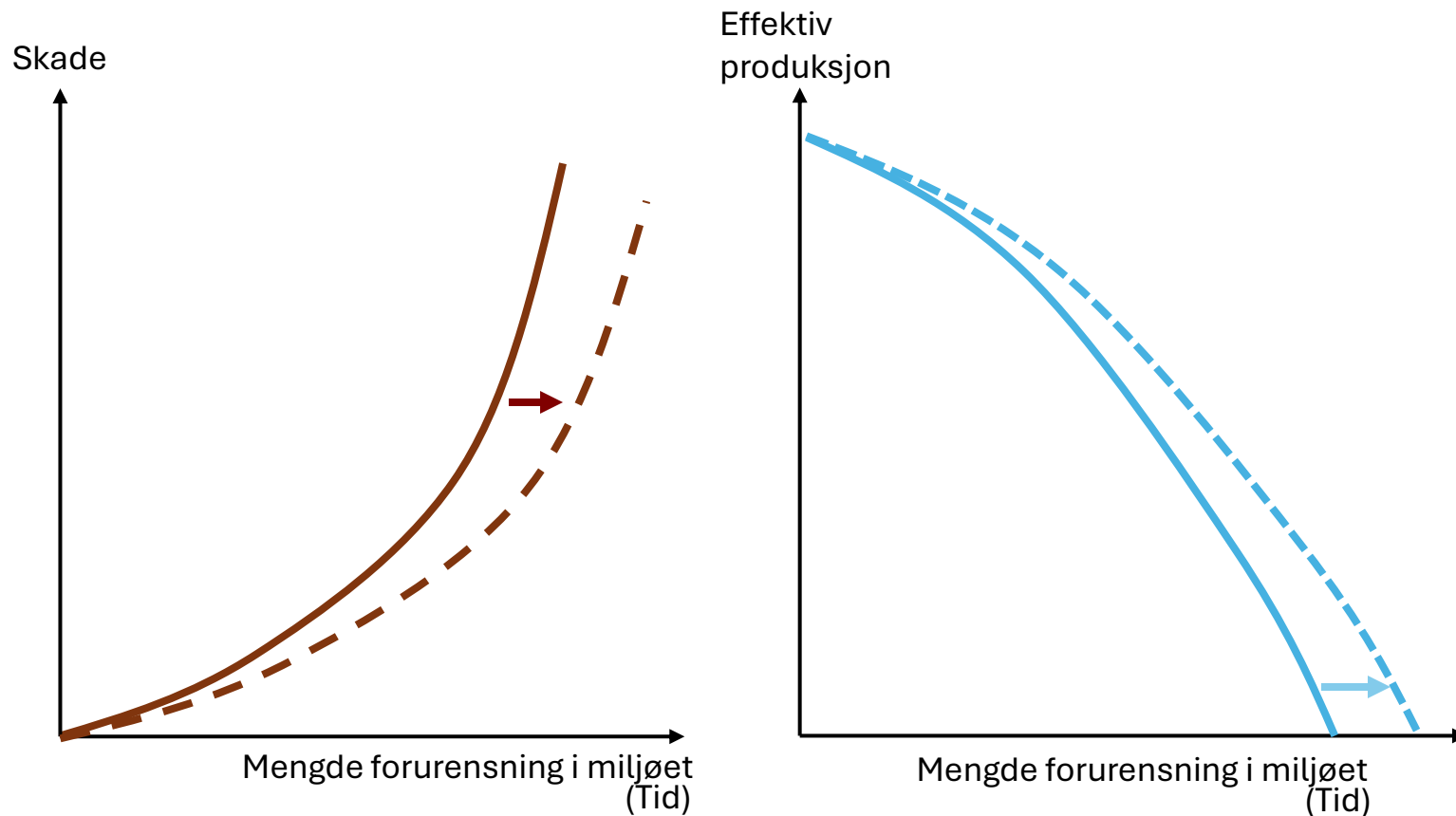
Langsiktig likevekt: null utslipp, permanente skader på miljøet.

Effektiv allokering av forurensning

Opphopende forurensninger

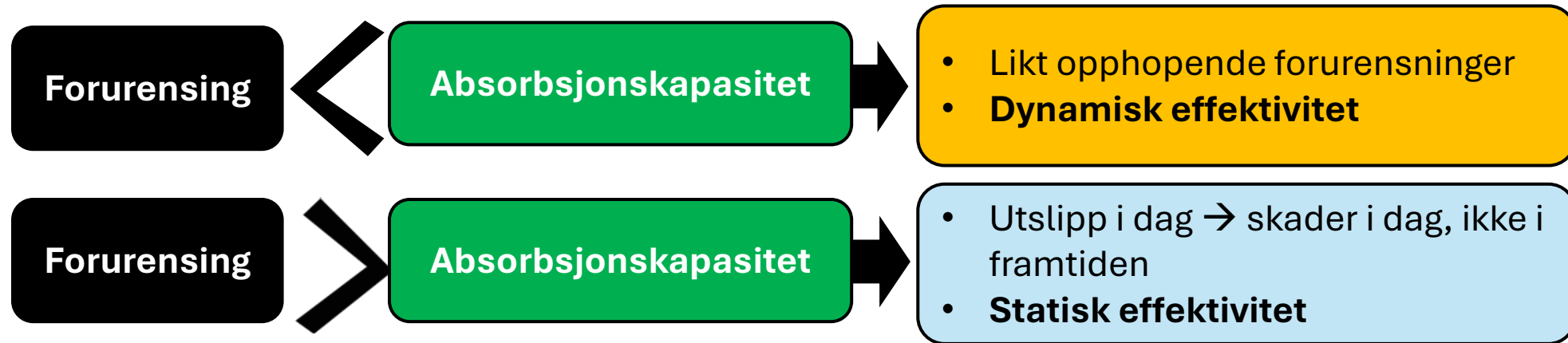
Teknologisk utvikling

- Lavere utslipp per produksjonseenhet
- Økt absorpsjonskapasitet (mindre skade per utslippsenhet)



Effektiv allokering av forurensning

Ikke-akkumulerende forurensninger



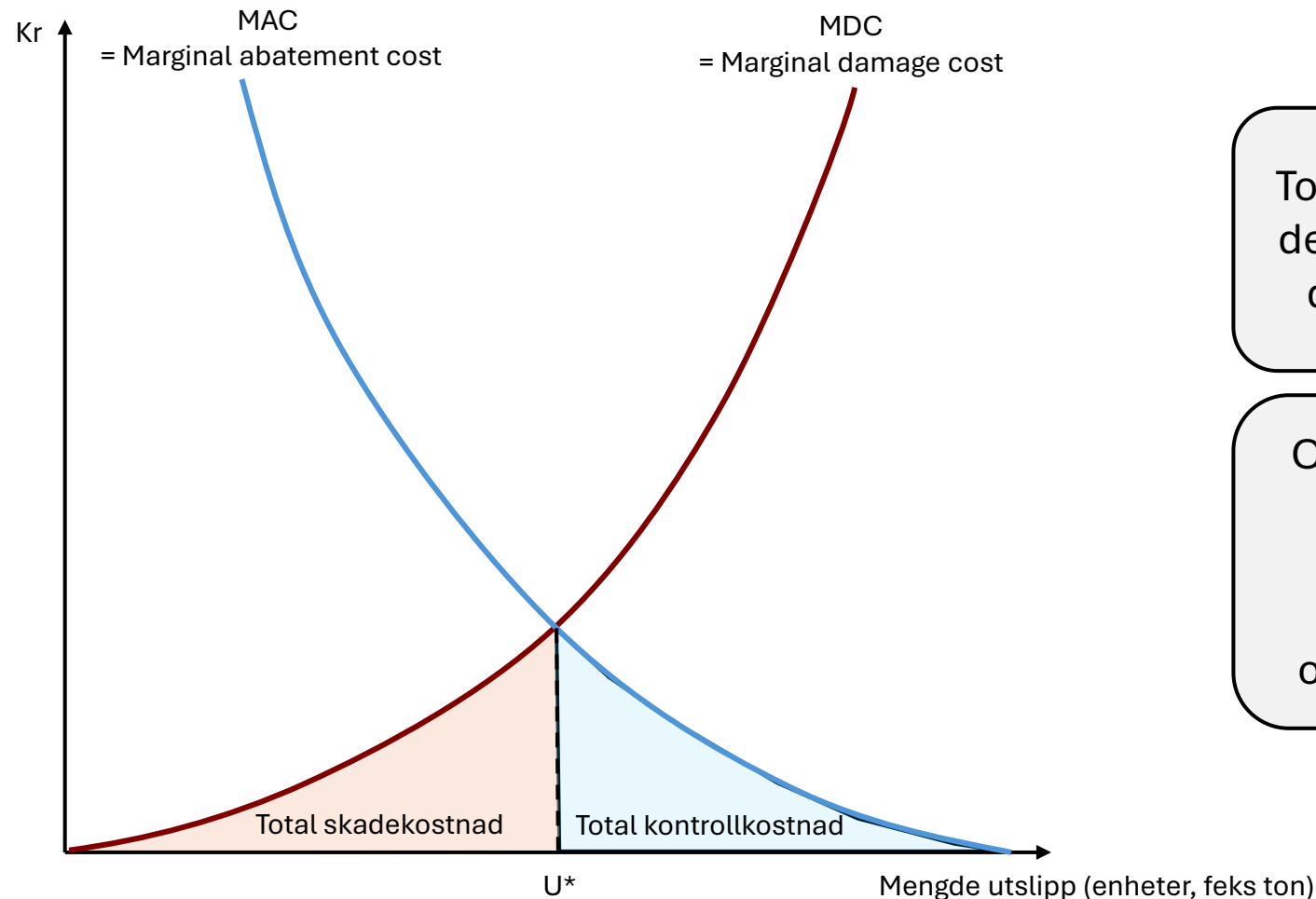
Effektiv allokering av forurensning

Ikke-akkumulerende forurensninger



Ikke-akkumulerende forurensninger

Statisk effektivitet

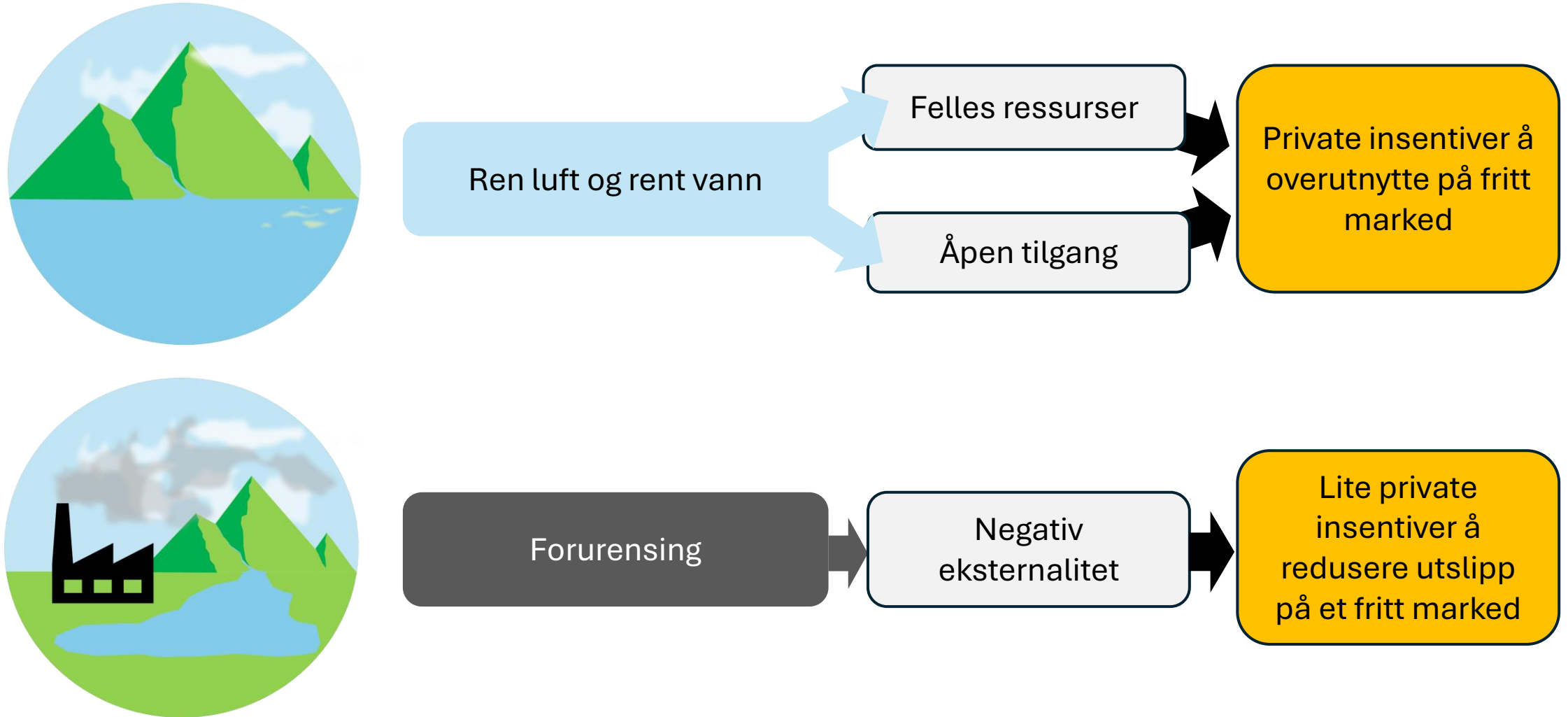


Total sosial kostnad blir minimert der den marginale skadekostnaden er lik den marginale kontrollkostnaden.

Optimal nivå på forurensning/utslipp er ikke lik null i de fleste tilfeller.

Hvorfor ikke? Hva skal til for at optimale utslipp skal være lik null?

Markedets allokering av utslipp



Markedets allokering av utslipp



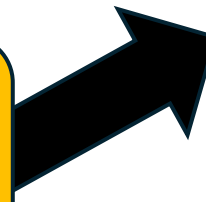
Private insentiver å
overutnytte på fritt
marked



Ingen markedssignaler styrer produksjonen
riktig vei!



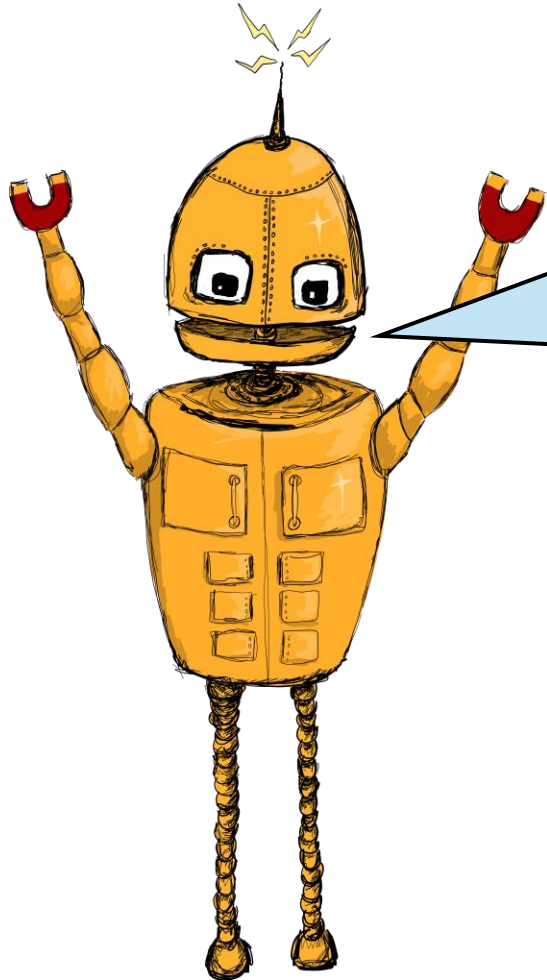
Lite private
insentiver å
redusere utslipp
på et fritt marked



Ingen insentiver å bære kostnaden for
redusert forurensning annet enn svært lokalt

Markedet straffer bedrifter som prøver å
gjøre godt!

Effektive politiske tiltak

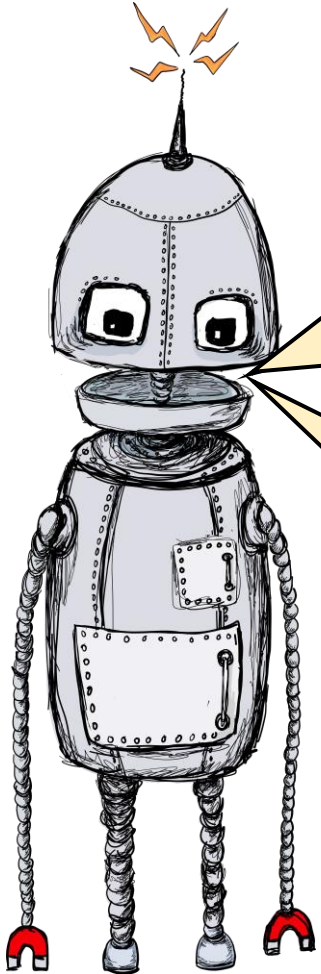


Enkelt!

Få bedrifter/individer til å kontrollere sine utslipp slik at kostnaden for den sist «kontrollerte» enheten er lik den marginale skadevirkningen!

MAC = MDC

Effektive politiske tiltak



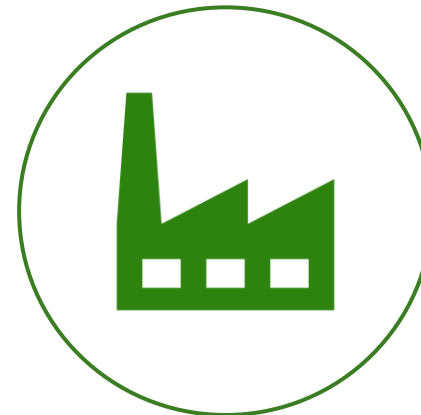
Det å få til samfunnsøkonomisk optimal nivå på utslipp er enkelt i teorien, men vanskelig i praktikken!

Den marginale skadekostnaden er ikke alltid kjent.

Størrelsen på skaden kan avhenge både utslippstype og hvor utslippene skjer.

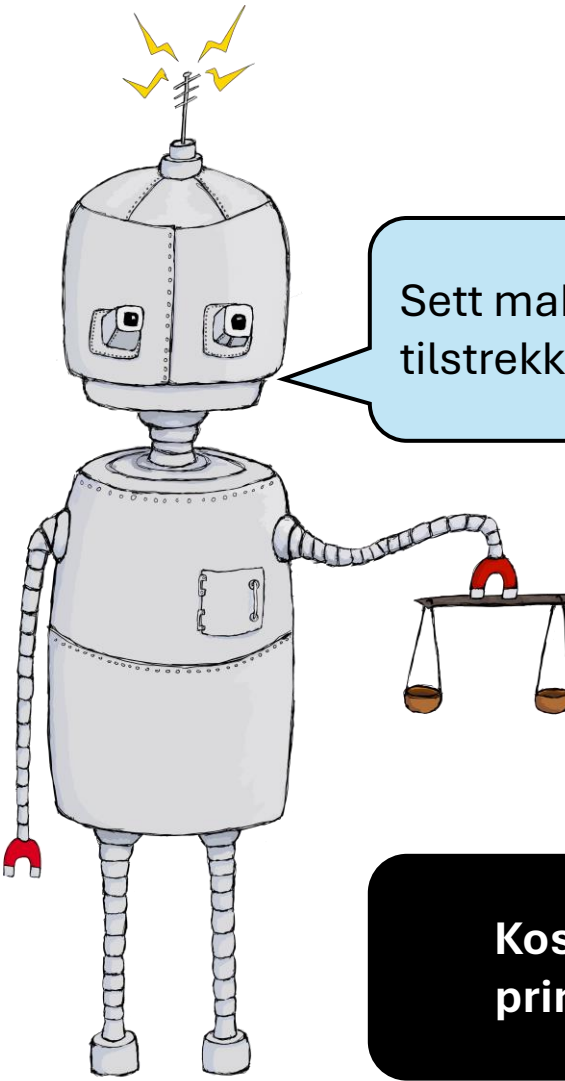
Ulike bedrifter slipper ut ulik mengde og har ulik kostnad for å redusere utslippene.

Kontrolletaten har sjeldent fullstendig informasjon om enkelte bedrifters utslipp og kostnader.

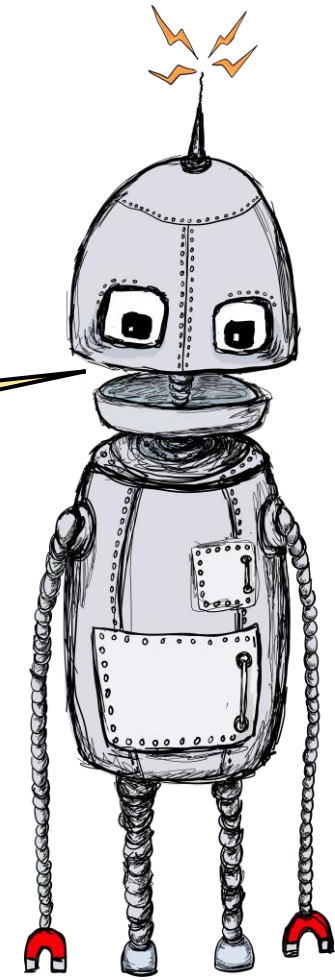


Effektive politiske tiltak

Pragmatisk løsning



Sett maks-nivå på utslipp basert på andre kriterier (f.eks. nivåer der vi har tilstrekkelige sikkerhetsmarginer for menneskelig og økologisk helse)



Men hvem har ansvar for å oppnå dette målet?
Hvordan skal vi håndtere at vi ikke har full informasjon om ulike bedrifter sine kostnader for utslippsreduksjon?

**Kostnytte-
prinsippet**

Sammenlign totalkostnaden for ulike tiltak som oppnår utslippskravet

Effektive politiske tiltak

Jevnt fordelt forurensning

Definisjon:

Skaden fra forurensningen avhenger kun av den **totale mengden** som slippes ut i miljøet, og ikke av **hvor** eller av **hvem** utslippene skjer.

Utslippene blandes jevnt i miljøet (atmosfære, hav), slik at alle enheter av forurensningen er like skadelige **uavhengig av sted eller kilde**.

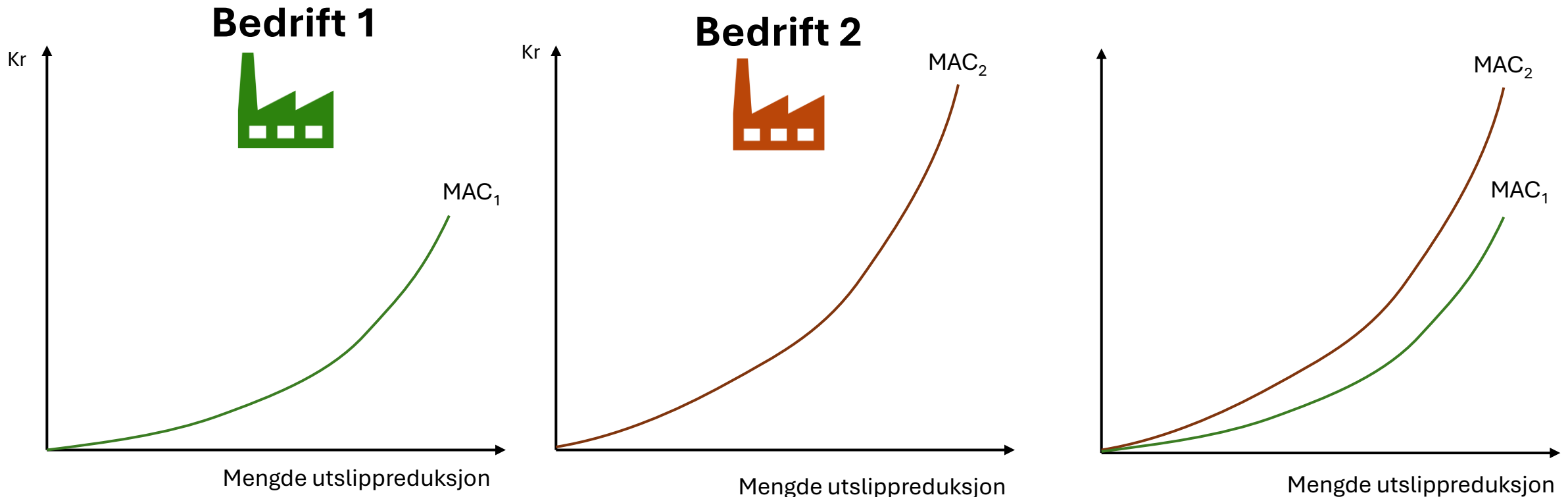
Konsekvens:

Skadeomfanget avhenger kun av det **samlede utslippsnivået**, ikke den geografiske fordelingen.

Effektive politiske tiltak

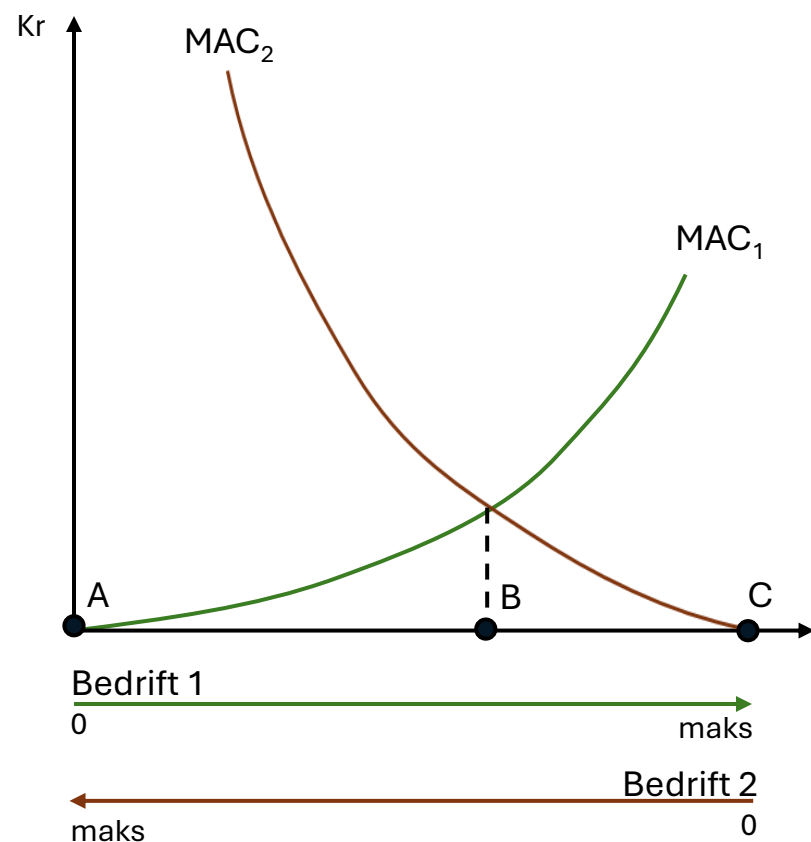
Jevnt fordelt forurensning

Kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjon



Jevnt fordelt forurensning

Kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjon



- Bedrift 1 skal redusere B utslippsenheter
- Bedrift 2 skal redusere $C - B$ utslippsenheter
- Totalt blir C enheter «kontrollert»

Intuisjon:

Dersom Bedrift 2 reduserer flere enn $C - B$ enheter vil total kostnad øke. Bedrift 1 hadde kunnet kontrollere disse enhetene til en lavere kostnad

Dersom Bedrift 1 reduserer flere enn B enheter vil total kostnad øke. Bedrift 2 kunne ha kontrollert disse enhetene til en lavere kostnad.

Jevnt fordelt forurensning

Kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjon

Vilkår:

I likevekt skal den marginale kostnaden for utslippsreduksjon (MAC) være lik for alle forurensende aktører.

Bedrift 1



MAC_1

Bedrift 2



MAC_2

=

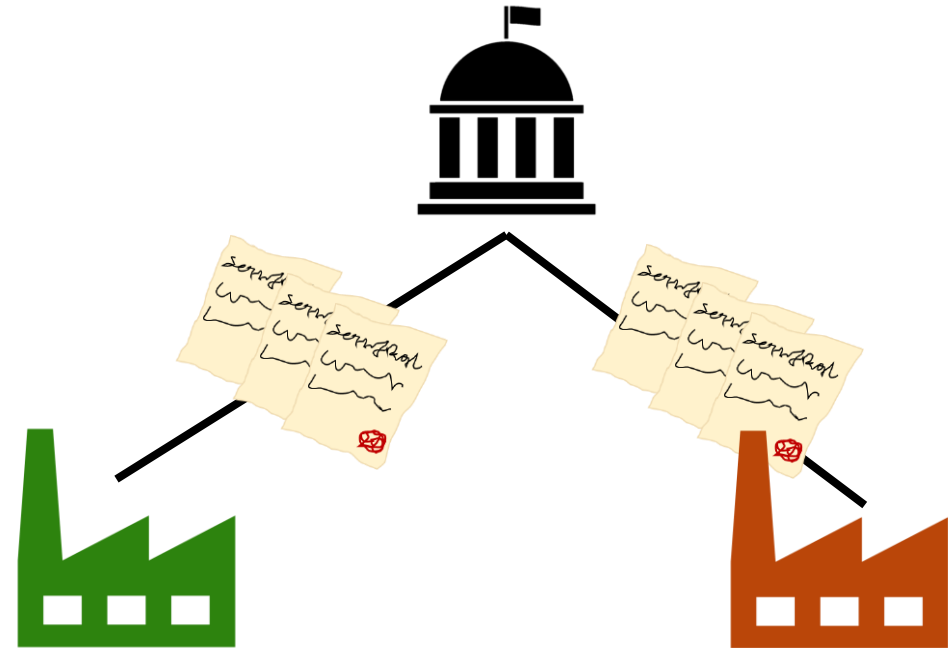
Prinsippet kan brukes for å evaluere ulike politiske tiltak opp imot hverandre

Kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjon

Effektiviteten til politiske tiltak

Direkte regulering (utslippsstandarder)

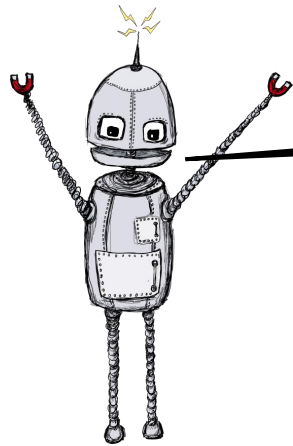
- Utslippsnivået blir regulert via lover.
- Hver utslipper får kun slippe ut en begrenset mengde (tak for utslipp).
- Enkleste tilfellet: Lik kvote (tak) for hver bedrift.



Kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjon

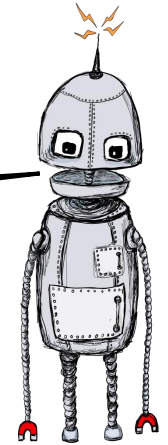
Effektiviteten til politiske tiltak

Direkte regulering (utslippsstandarder)



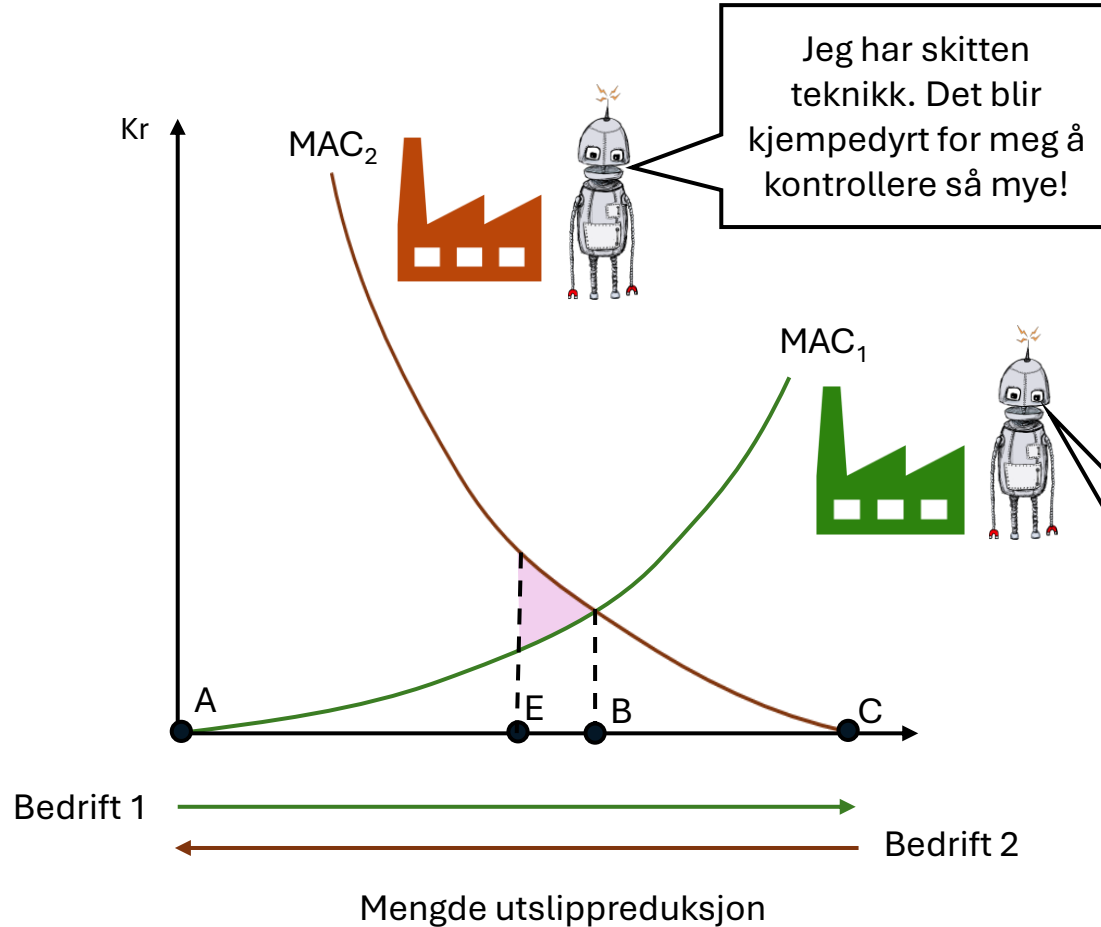
Utslippene holdes under taket!
Enkelt!

Tiltaket minimerer IKKE (eller svært sjeldent) den totale
kostnaden for å redusere utslippene



Effektiviteten til politiske tiltak

Direkte regulering



- Bedrift 1 reduserer C – E enheter
- Bedrift 2 reduserer E enheter (like mye som bedrift 1)

- **Bedrift 1 hadde kunnet kontrollere utslippene B – E til en lavere kostnad en bedrift 2.**
- **Totale kostnader er høyere enn de kunne ha vært!**

Jeg har grønn teknologi, men tjener veldig lite på det!

Kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjon

Effektiviteten til politiske tiltak

Pigou-skatt (utslippsavgifter/grønne skatter)

HVA:

En avgift som ilegges per enhet av en aktivitet som skaper en negativ eksternalitet.

FORMÅL:

Internalisere eksternaliteten slik at den private aktørens kostnader gjenspeiler de fulle samfunnsøkonomiske kostnadene

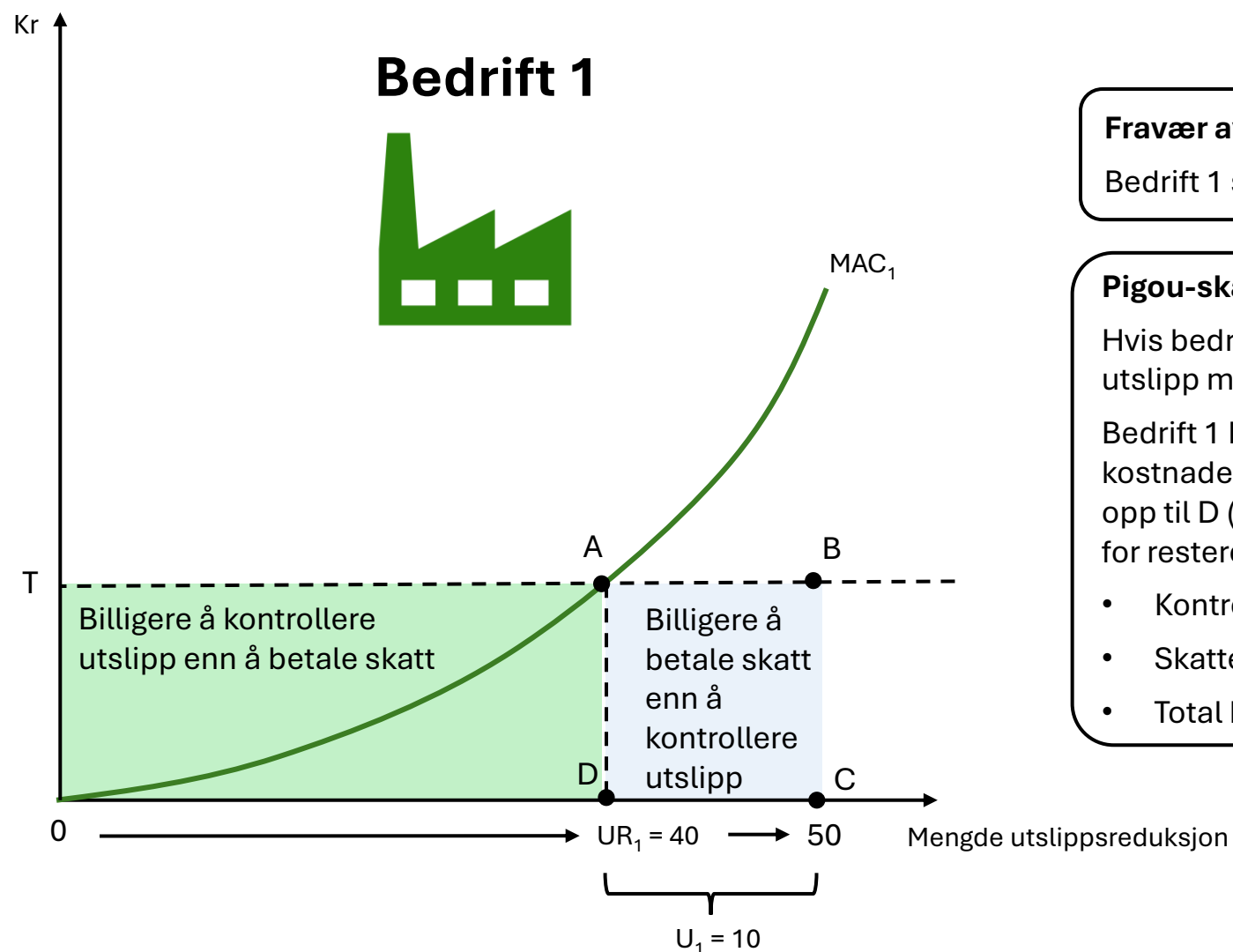
NIVÅ:

Teori: Skatten settes lik den marginale samfunnsøkonomiske skaden (MDC) ved det samfunnsøkonomisk optimale nivået på utslipp (og produksjon).

Realitet: Politikerne prøver å sette skatten slik at utslippene ikke overskrider nivåer som er vurdert farlig for menneskelig og økologisk helse.

Effektiviteten til politiske tiltak

Pigou-skatt (utslippsavgift)



Fravær av inngrep på markedet:

Bedrift 1 slipper ut 50 enheter

Pigou-skatt: T kr per utslippsenhet

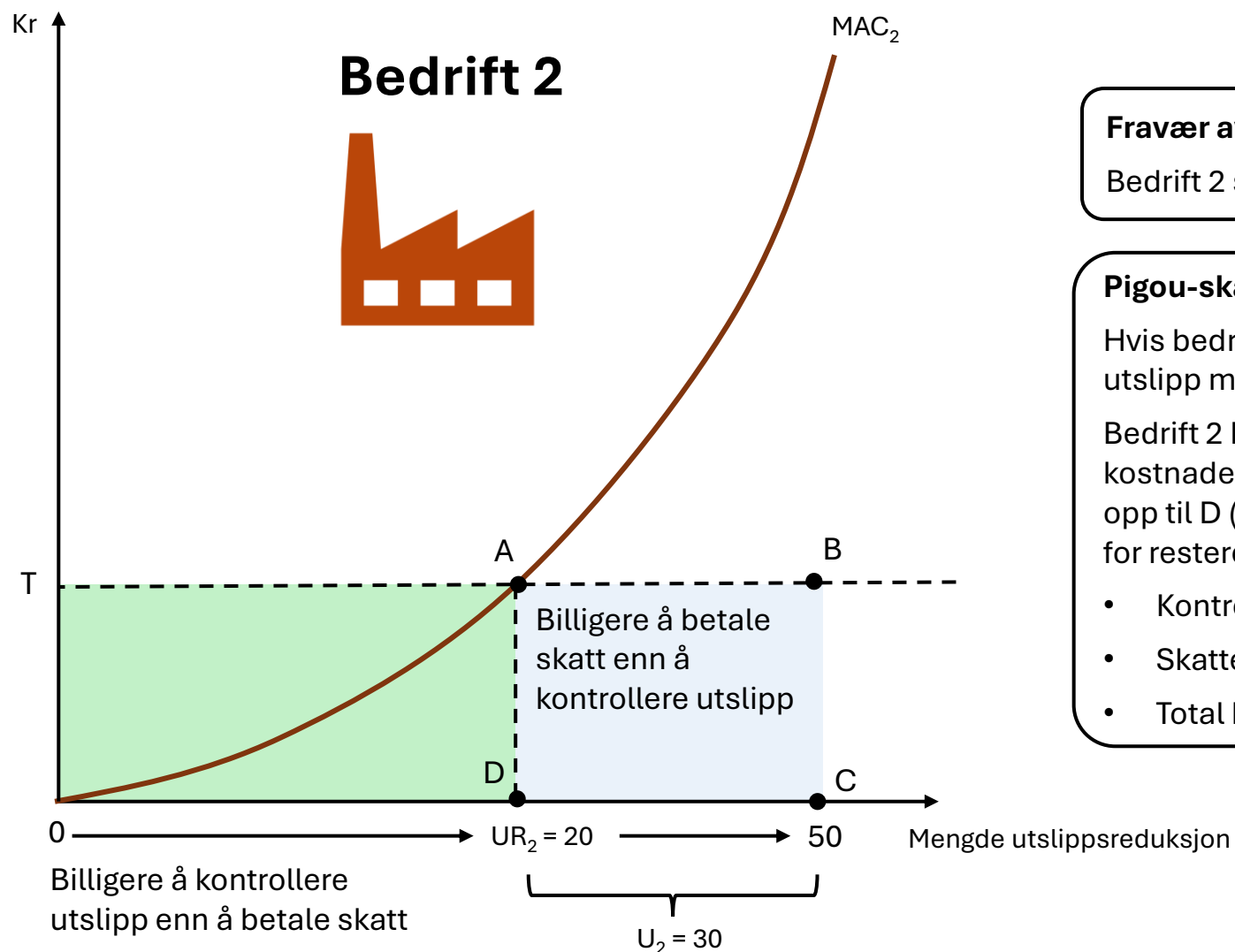
Hvis bedrift 1 ikke kontrollerer sine utslipp må den betale $0TBC$

Bedrift 1 kan redusere sine kostnader ved å kontrollere utslipp opp til D ($UR_1 = 40$), og betale skatt for resterende utslipp (10).

- Kontroll kostnad: $0AD$
- Skattekostnad: $ABCD$
- Total kostnad: $0ABC < 0TBC$

Effektiviteten til politiske tiltak

Pigou-skatt (utslippsavgift)



Fravær av inngrep på markedet:

Bedrift 2 slipper ut 50 enheter

Pigou-skatt: T kr per utslippsenhet

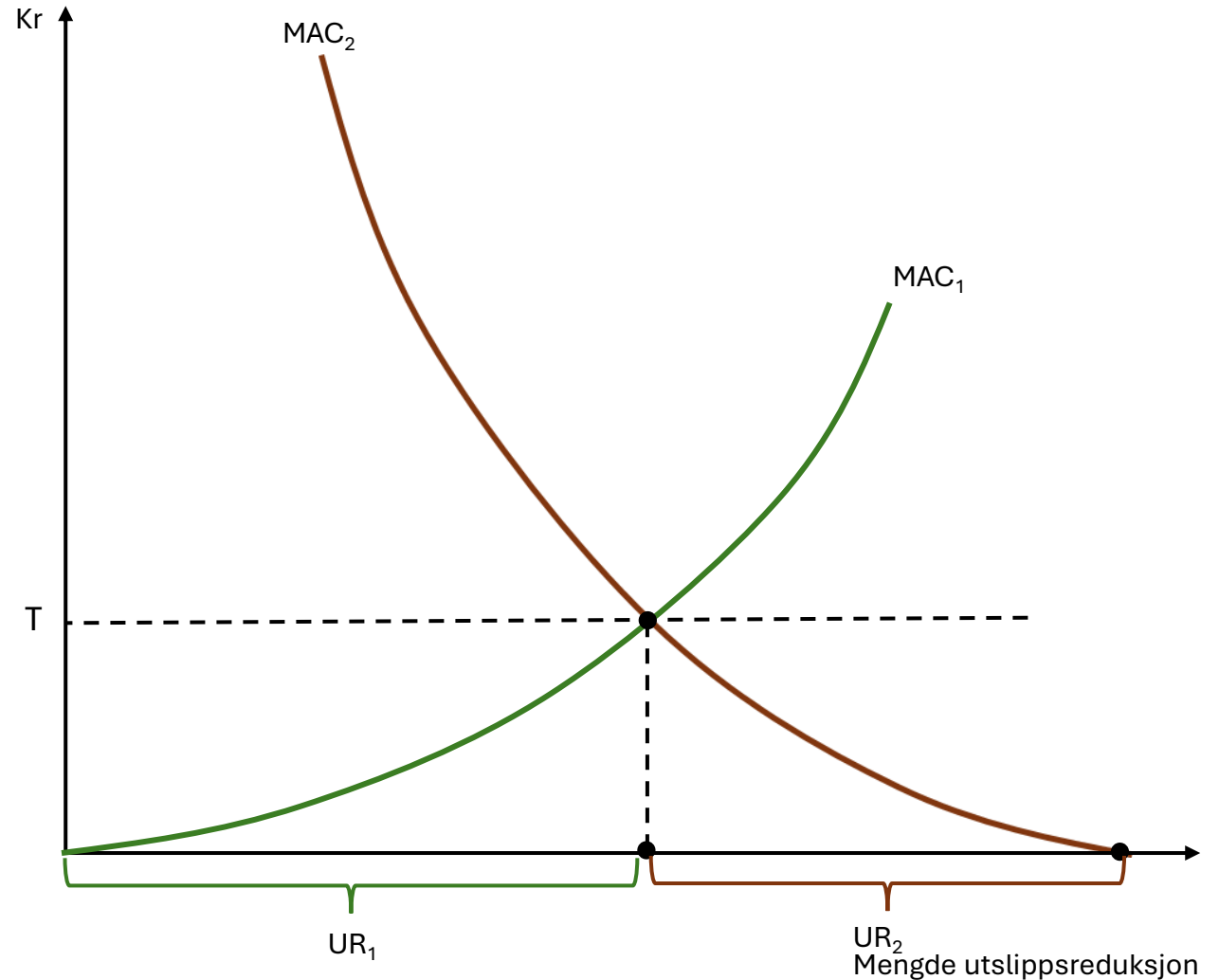
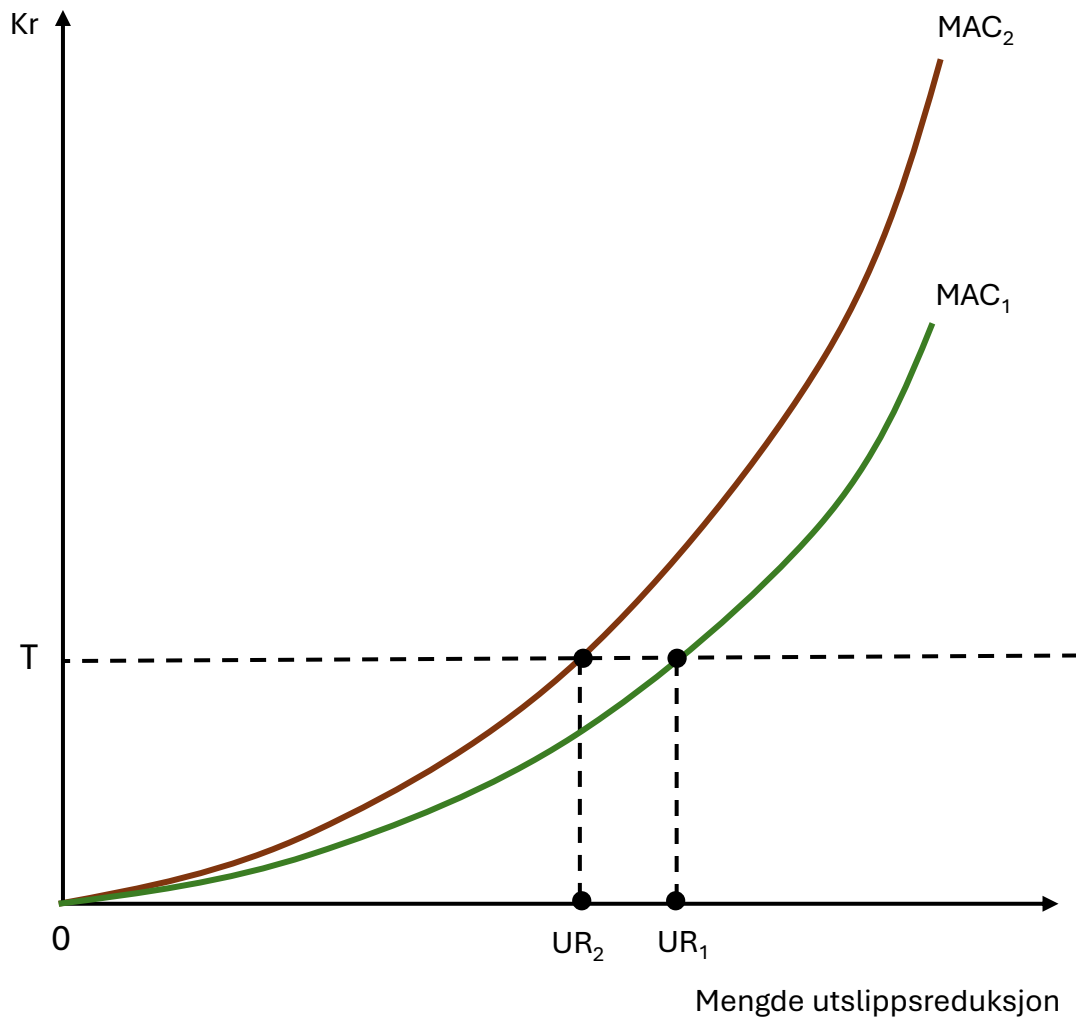
Hvis bedrift 2 ikke kontrollerer sine utslipp må den betale 0TBC

Bedrift 2 kan redusere sine kostnader ved å kontrollere utslipp opp til D (UR₂ = 20), og betale skatt for resterende utslipp (40).

- Kontroll kostnad: 0AD
- Skattekostnad: ABCD
- Total kostnad: 0ABC < 0TBC

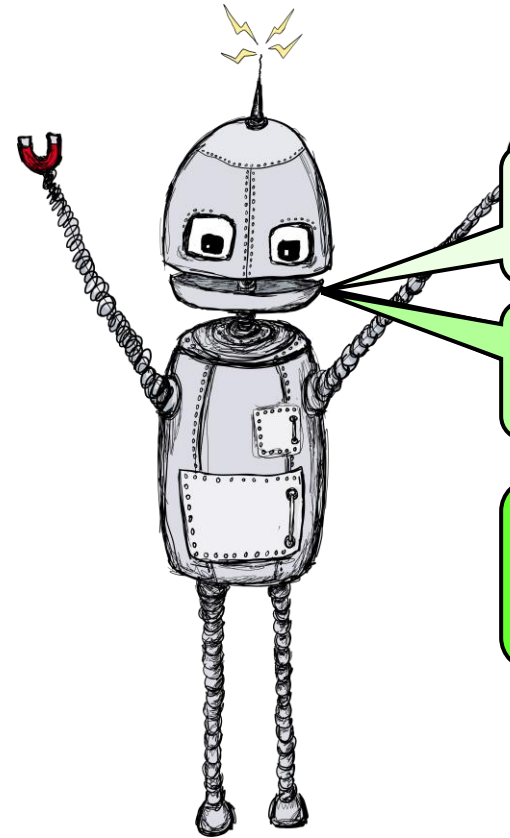
Effektiviteten til politiske tiltak

Pigou-skatt (utslippsavgift)



Effektiviteten til politiske tiltak

Pigou-skatt (utslippavgift)



Så lenge skatten/utslippavgiften er lik for alle bedrifter vil bedriftene tilpasse seg slik at totale kontrollkostnader blir minimerte!

Bedrifter som investerer i grønn teknologi (mindre utslipp eller lavere kostnad for å kontrollere utslipp) blir belønnet. «Brune» bedrifter straffes.

Staten for en inntekt som kan brukes til å redusere vridende skatter (f.eks. inntektsskatt), eller investere i velferdsøkende prosjekter (f.eks. miljøprosjekter).

Effektiviteten til politiske tiltak

Pigou-skatt (utslippsavgift)

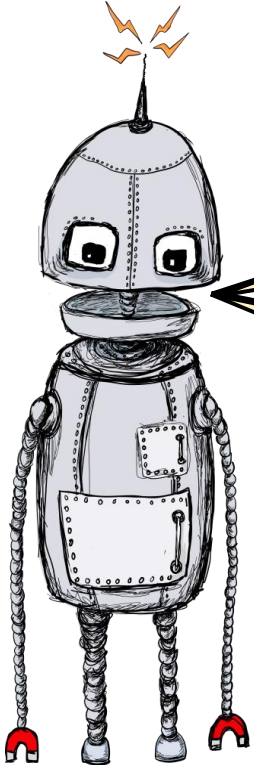
Utfordringer: Hvor høy skal T være?

Effekten av skatten på totale utslipp avhenger av bedriftenes MAC.

Kontrolletatene har sjeldent fullkommen informasjon om MAC. Bedrifter har ikke insentiver å avsløre MAC.

Hvis skatten settes for lavt blir utslippene høyere enn ønsket (for høye miljøkostnader). Hvis skatten settes for høyt blir kontrollkostnadene for høye.

Trial and Error: Skattenivået må tilpasses over tid. Dette lager en usikkerhet i det økonomiske systemet.



Kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjon

Effektiviteten til politiske tiltak

Omsettelige utslippsrettigheter (Cap-and-Trade)

Myndighetene setter et tak for totale utslipp og fordeler utslippsrettigheter som totalt gir dette nivået blant relevante økonomiske aktører (likt som kvoter).

Fordeling mellom aktører: Enten gratis utdeling etter noen gitte regler (f.eks. markedsandel) eller auksjon.

Aktørene har kun lov å slippe ut så mye som bedriftens utslippsrettigheter tilsier. Dersom en aktør slipper ut mer, må den betale svært høye bøter (likt som kvoter).

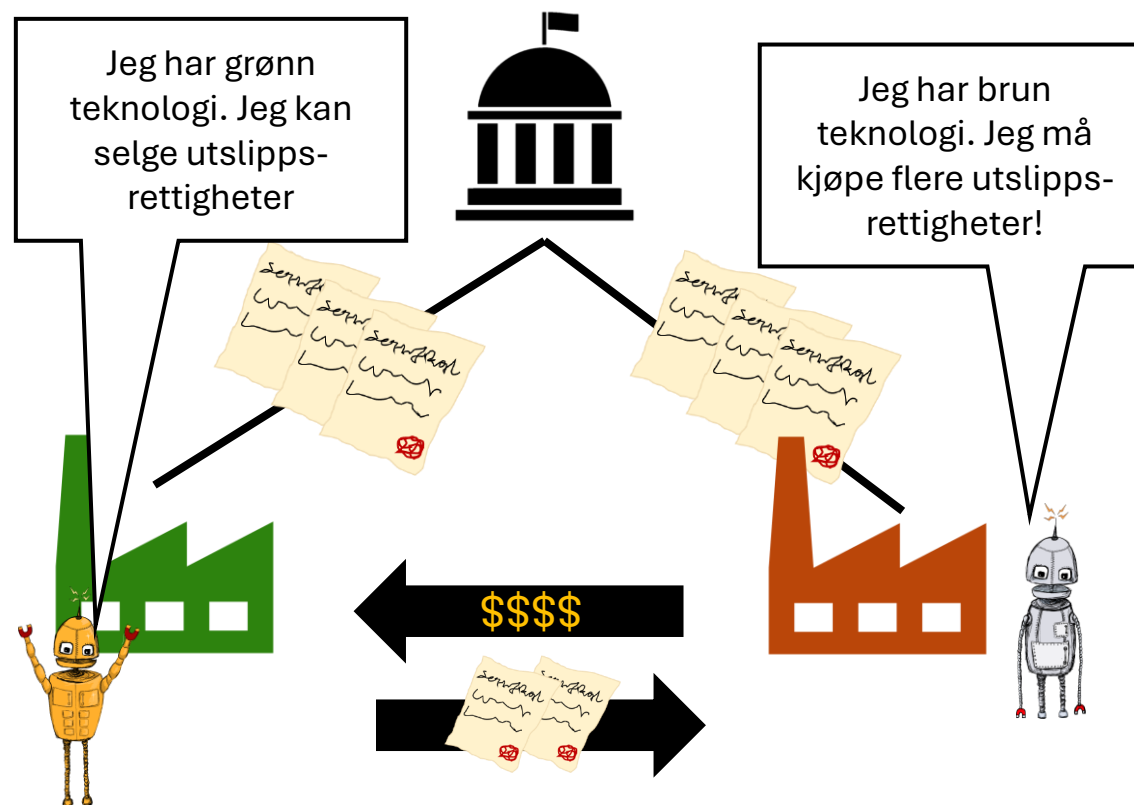
Aktørene kan handle utslippsrettigheter med hverandre på markedet.

Kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjon

Effektiviteten til politiske tiltak

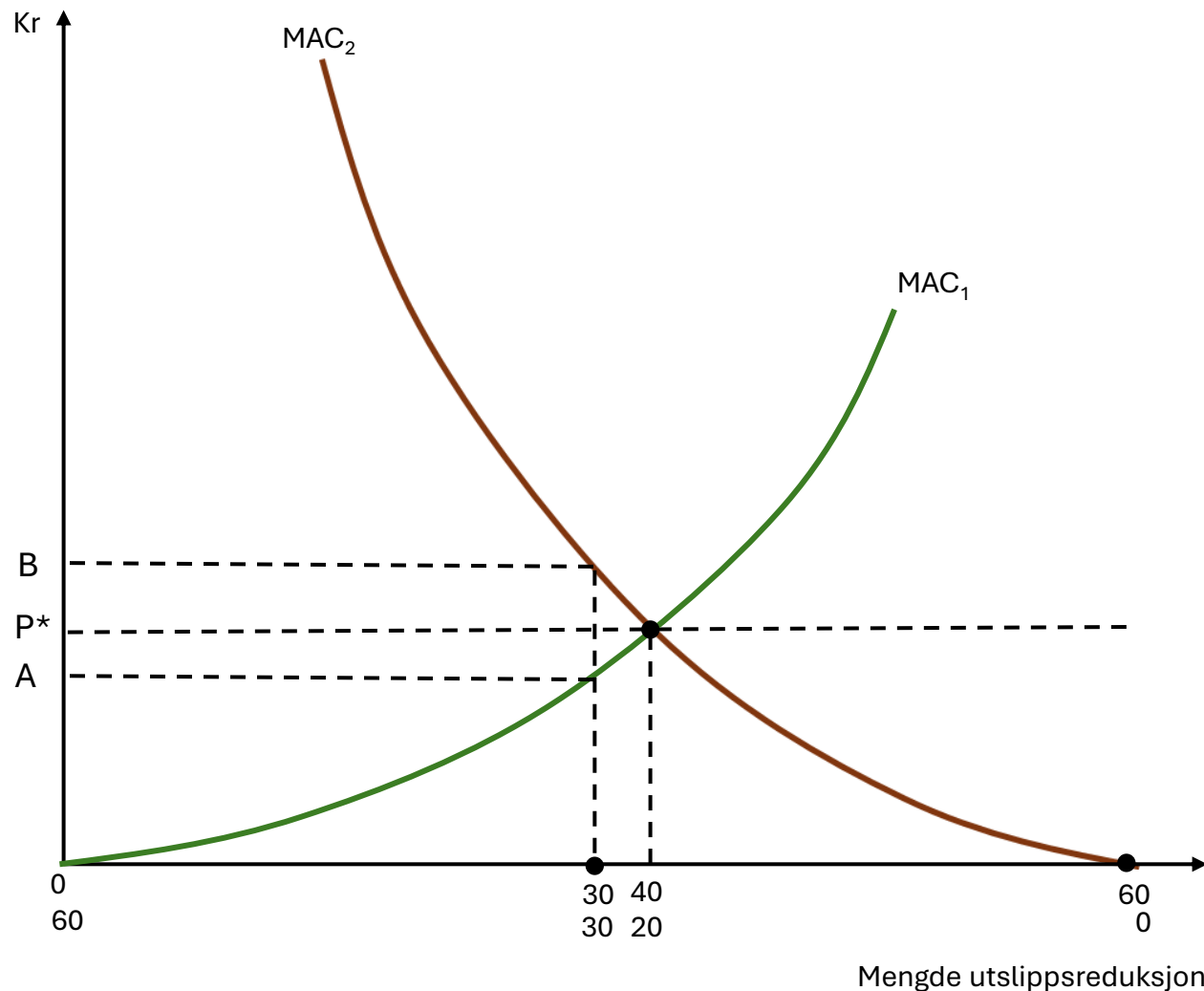
Omsettelige utslippsrettigheter (Cap-and-Trade)

- **Likt som kvoter:** Myndighetene setter et tak og fordeler utslippsrettigheter blant relevante økonomiske aktører. Summen av alle kvoter gir utslippstaket. Dersom en aktør slipper ut mer enn kvoten, må den betale svært høye bøter.
- **Nytt: Aktørene kan handle utslippsrettigheter med hverandre på markedet.**
- Initial fordeling: Enten gratis utdeling etter noen gitte regler (f.eks. markedsandel) eller auksjon.



Effektiviteten til politiske tiltak

Omsettelige utslippsrettigheter (Cap-and-Trade)



Total mengde utslippsrettigheter: 40 enheter

Totale utslipp i fravær av tiltak: 100 enheter (50+50)

Total påkrevd utslippsreduksjon: 60 enheter

Initial fordeling:

- Bedrift 1 = 20 utslippsrettigheter ($UR_1 = 20$)
- Bedrift 2 = 20 utslippsrettigheter ($UR_2 = 20$)

Handel:

- Bedrift 2 er villig å kjøpe utslippsrettigheter dersom $P \leq B$
- Bedrift 1 er villig å selge utslippsrettigheter dersom $P \geq A$

Likevekt:

Bedrift 1 selger 10 utslippsrettigheter til Bedrift 2 til prisen P^* og kontrollerer 40 utslippsenheter (slipper ut 10 enheter)

Bedrift 2 kontrollerer 20 utslippsenheter (slipper ut 30 enheter)

Totale utslipp = 10 + 30 = 40

Effektiviteten til politiske tiltak

Omsettelige utslippsrettigheter (Cap-and-Trade)



European Union Emission Trading System

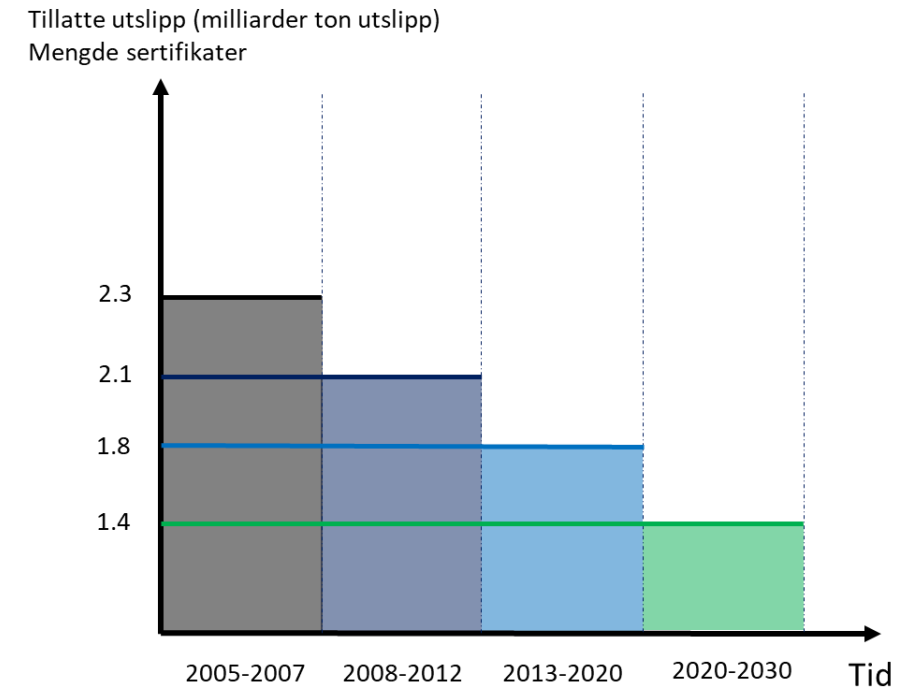
https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en

- Cap and Trade for klimagass innen EU (og Norge)
- Omfatter cirka 40% av alle utslipp av klimagass innen regionen
- De fleste utslippsrettighetene blir solgt på auksjon, noen blir gitt ut (for å unngå flytt)
- Alle aktører innen inkluderte sektorer må måle og rapportere utslipp

Omsettelige utslippsrettigheter

EU ETS

- «Taket» for utslipp blir bestemt for en gitt tidsperiode og reduseres mellom periodene.
- «Taket» for perioden 2013-2020 var 21% lavere enn i 2005
- «Taket» for perioden 2020-2030 er 43% lavere enn i 2005
- Nytt mål i 2023: -55% sammenlignet med utslippene i 1990

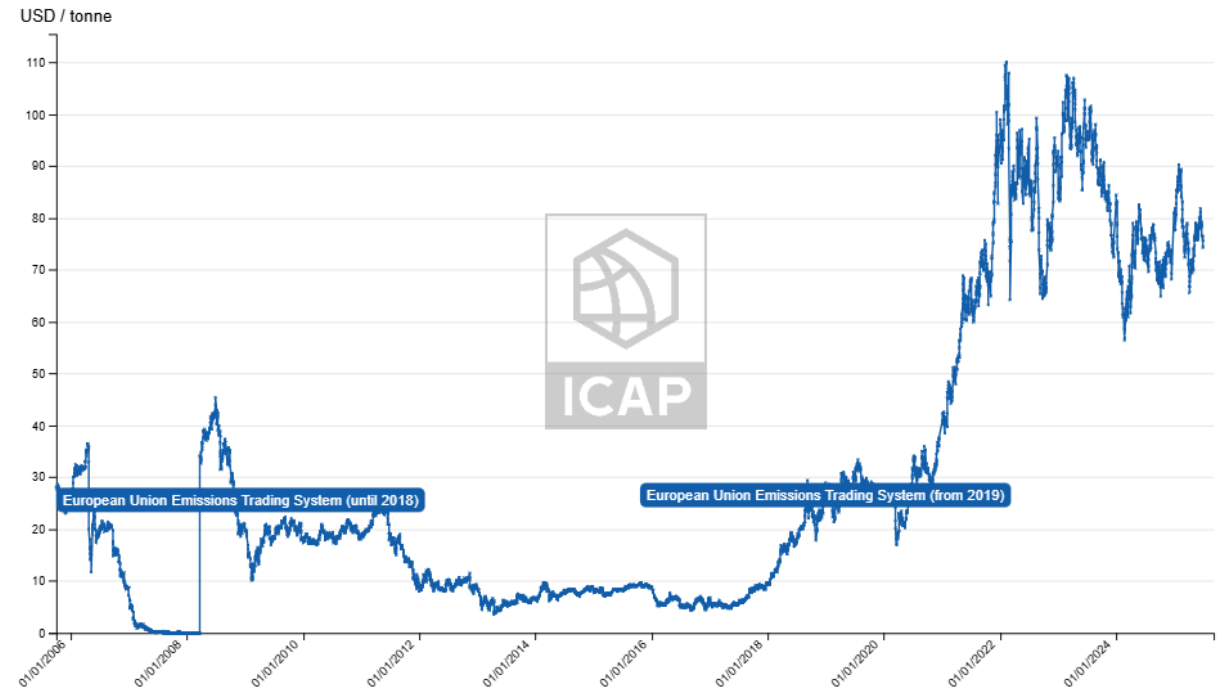


Omsettelige utslippsrettigheter

EU ETS

Hvor godt fungerer EU ETS?

- Systemet har blitt kritisert for å være for generøst → for mange tillatelser på markedet (for lavt pris)
- Fra 2018 har prisene på tillatelser økt betraktelig
- Miljøaktivister kan gå inn på markedet å kjøpe utslippsrettigheter for å redusere utslippene



Kilde: <https://icapcarbonaction.com/en/ets-prices>

Omsettelige utslippsrettigheter

EU ETS

Hvor godt fungerer EU ETS?

- Utslipp av klimagass innen EU har minket med over 30% siden 2005 (-38.42% siden 1990)
- Usikkert hvor mye av dette som kommer av EU ETS
- Utslippene fra EU er fortsatt svært høy (3.5 milliarder ton per år)

Greenhouse gas emissions

Greenhouse gas emissions¹ include carbon dioxide, methane and nitrous oxide from all sources, including land-use change. They are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents² over a 100-year timescale.

Our World
in Data



Data source: Jones et al. (2024)

Note: Land-use change emissions can be negative.

OurWorldinData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

Kilde: <https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions>

Omsettelige utslippsrettigheter

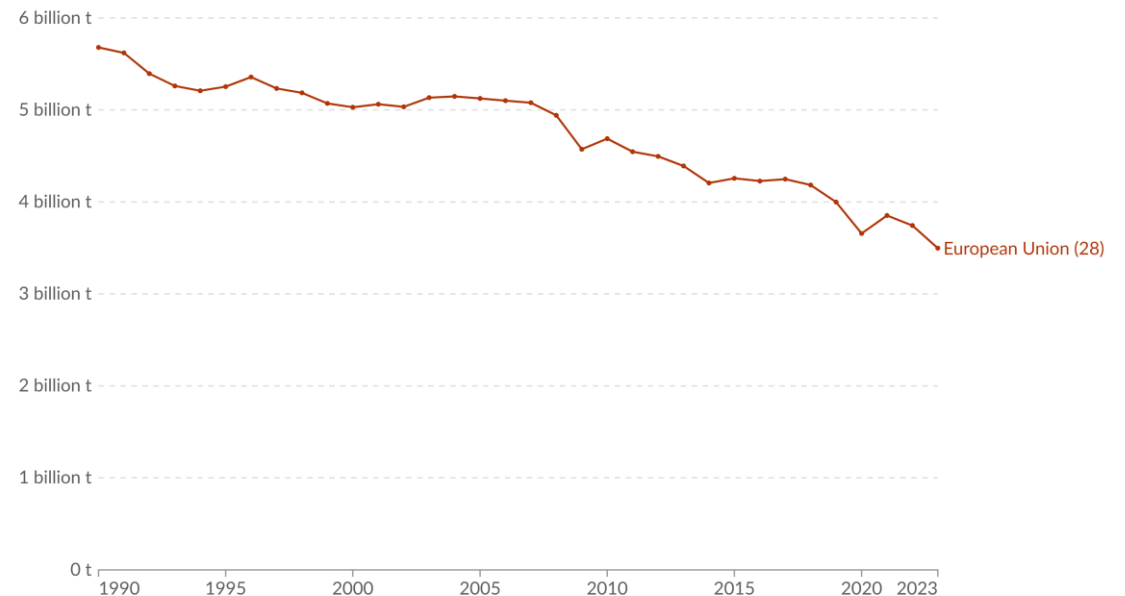
EU ETS

Hvor godt fungerer EU ETS?

- Utslipp av klimagass innen EU har minket med over 30% siden 2005 (-38.42% siden 1990)
- Usikkert hvor mye av dette som kommer av EU ETS
- Utslippene fra EU er fortsatt svært høy (3.5 milliarder ton per år)

Greenhouse gas emissions

Greenhouse gas emissions¹ include carbon dioxide, methane and nitrous oxide from all sources, including land-use change. They are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents² over a 100-year timescale.



Data source: Jones et al. (2024)

Note: Land-use change emissions can be negative.

OurWorldinData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

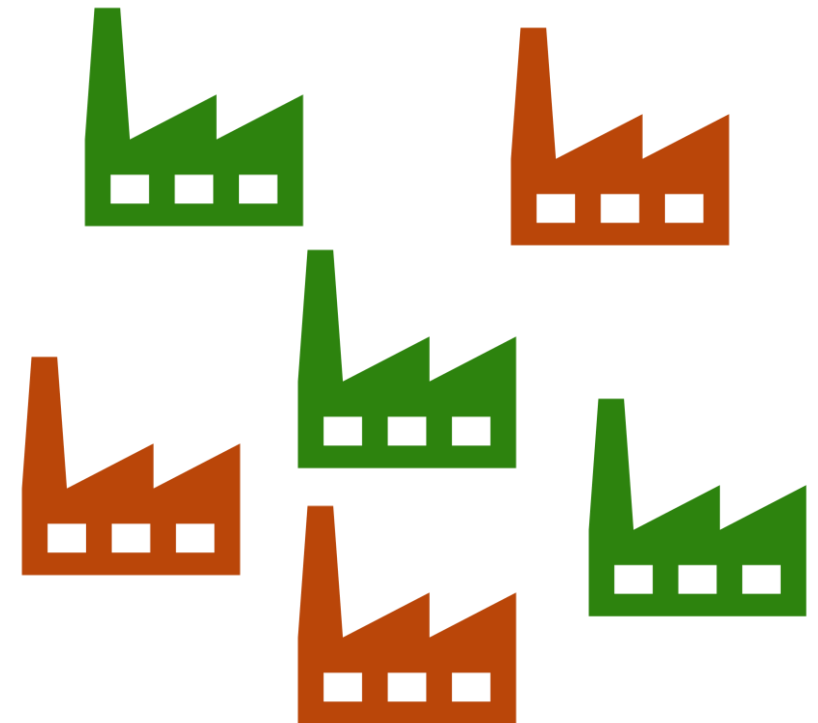
Kilde: <https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions>

Hvordan påvirker endringer i markedet effektiviteten til tiltaket?

Økning i antall kilder til forurensning

(f.eks. Flere fabrikker som følge av økonomisk vekst)

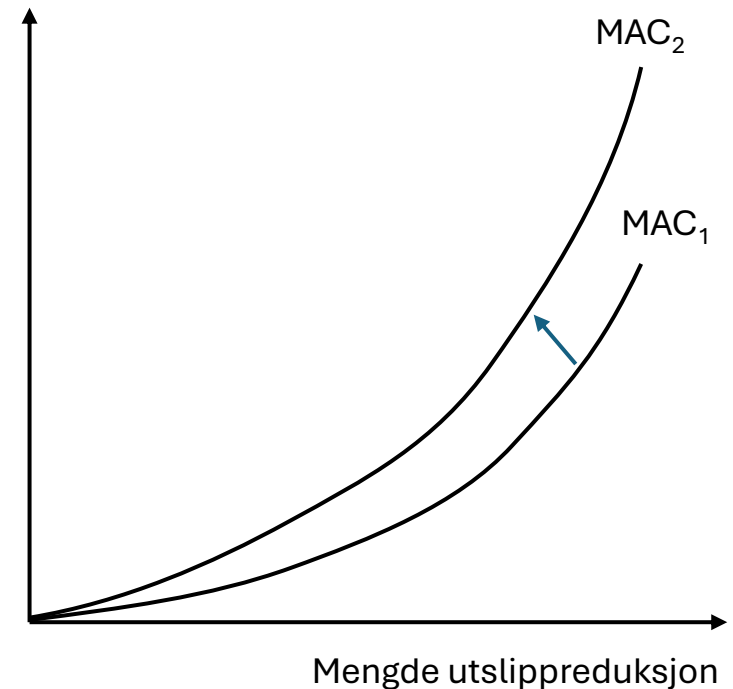
- **Cap-and-Trade:**
 - Flere bedrifter konkurrerer om utslippsrettighetene → prisen på utslippsrettigheter går opp.
 - Mengde utslipp er uforandret (blir bestemt av taket)
- **Pigou-skatt:**
 - Incentivene til bedriftene er uforandrede.
 - Økt antall bedrifter som slipper ut → Utslippene øker.



Hvordan påvirker endringer i markedet effektiviteten til tiltaket?

Økte kontrollkostnader

- **Cap-and-Trade:**
 - Økt betalingsvillighet for å unngå kontrollkostnader → Høyere pris på utslippsrettigheter.
 - Mengde utslipp er uforandret (blir bestemt av taket)
- **Pigou-skatt:**
 - Bedriftene er villige å betale skatt på en større andel av utslippene da alternativkostnaden har økt.
 - Utslippen øker.



Hvordan påvirker endringer i markedet effektiviteten til tiltaket?

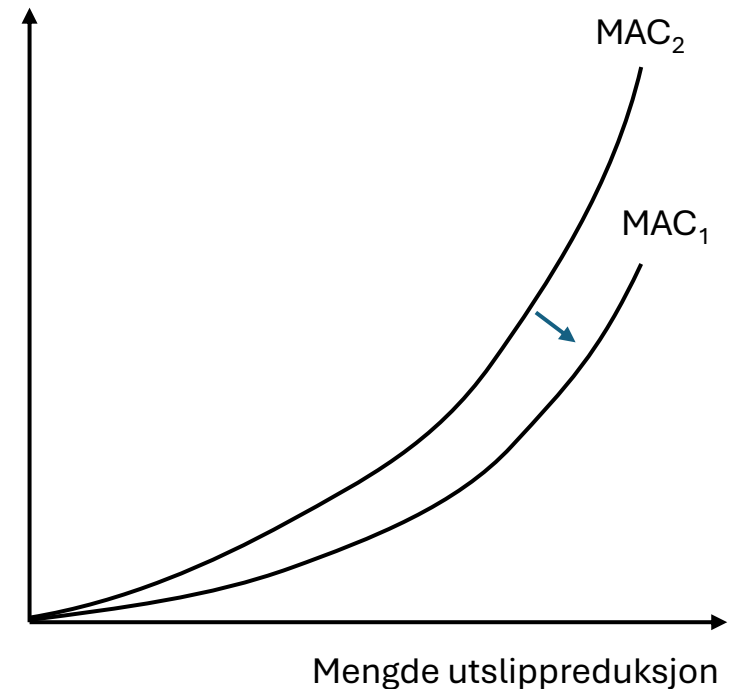
Teknologisk utvikling

- **Cap-and-Trade:**

- Relativt billigere å kontrollere utslipp → lavere betalingsvillighet for utslippsrettigheter → Lavere pris på utslippsrettigheter
- Mengde utslipp er uforandret.

- **Pigou-skatt:**

- Relativt billigere å kontrollere utslipp → bedriftene velger å betale skatt for mindre utslipp og kontrollere mere.
- Reduserte utslipp.



Hvordan påvirker usikkerhet effekten av tiltaket?

Hva er kostnaden av å ta feil?

Cap-and-Trade tilbyr mer sikkerhet
gjeldende NIVÅET på utslipp

Pigou-skatter tilbyr mer sikkerhet
gjeldende MARGINALKOSTNADEN for å
kontrollere utslipp

Dersom kostnaden av å ta feil om nivået på
utslipp er større enn kostnaden av å ta feil
på kontrollkostnad

Prioriter kontroll av utslipp!

Dersom MDC er bratt og MAC er flat.

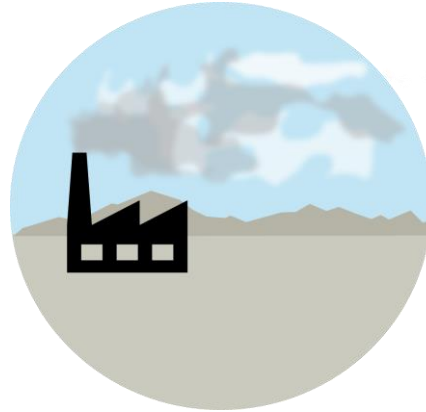
Prioriter kontroll av utslipp!

Dersom MDC er flat og MAC er bratt

Prioriter kontroll av kontrollkostnader

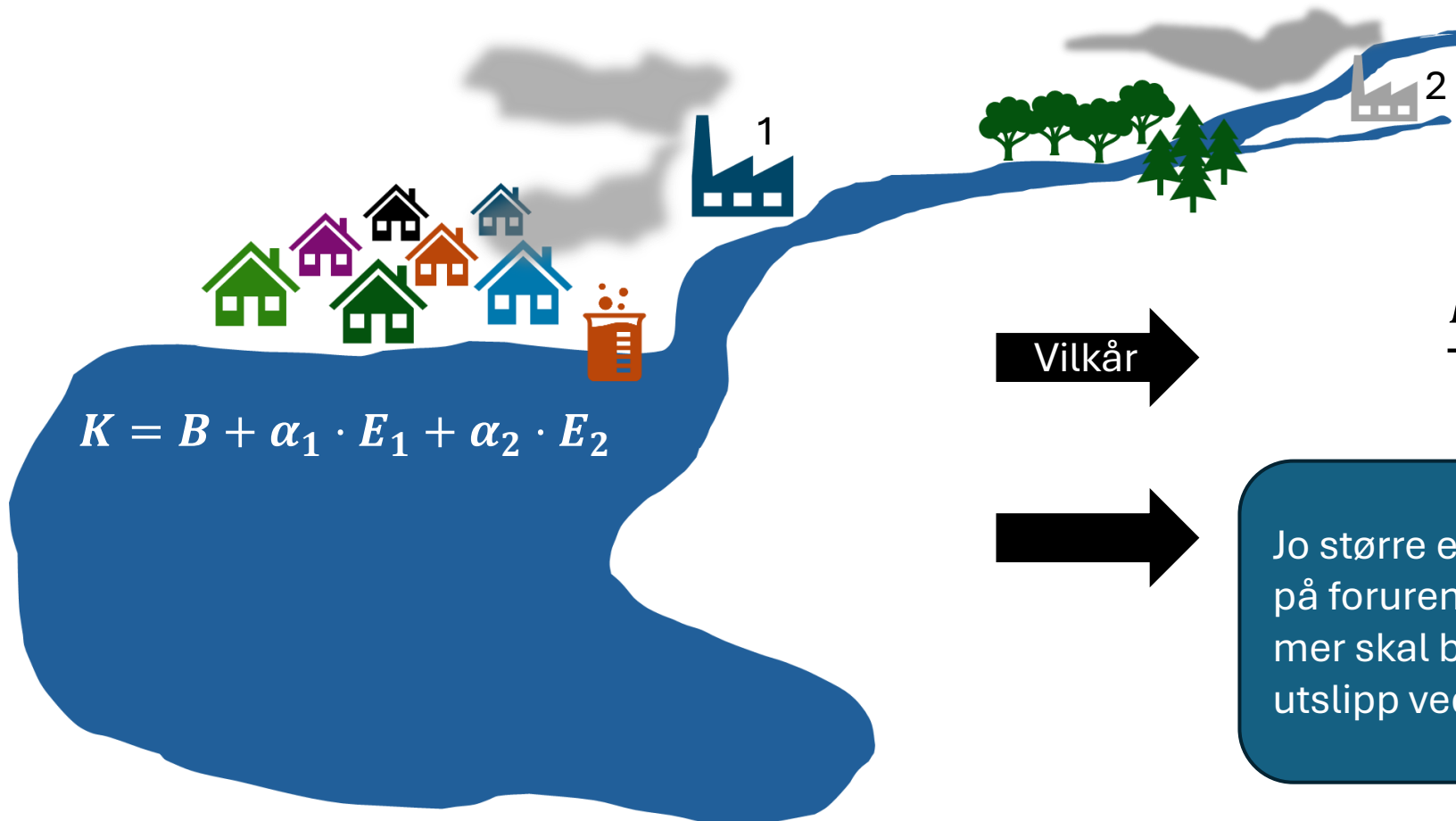
Ujevnt fordelt forurensing

Størrelsen på skaden avhenger hvor og når utslippene skjer



Ujevnt fordelt forurensing

Størrelsen på skaden avhenger hvor og når utslippene skjer

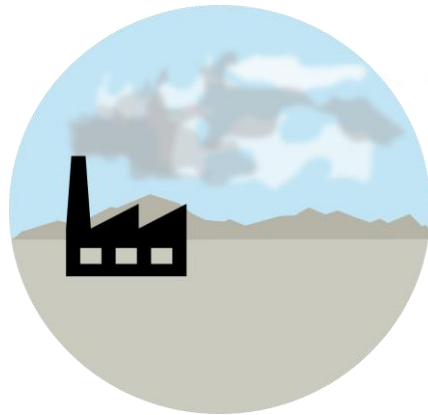


Vilkår

$$\frac{MAC_1}{\alpha_1} = \frac{MAC_2}{\alpha_2}$$

Jo større effekt en bedrifts utslipp har på forurensing ved målepunktet, desto mer skal bedriften redusere sine utslipp ved en gitt marginkostnad.

Ujevnt fordelt forurensing



I teorien

Effektivt tiltak: Avgiftsnivået per bedrift tilpasses bedriftens bidrag til miljøskaden → Ulike avgiftsnivå for ulike bedrifter

I praktikken

Tommelregler: Ulike avgifter avhengig av sesong, soner, regioner.