



Returkraft

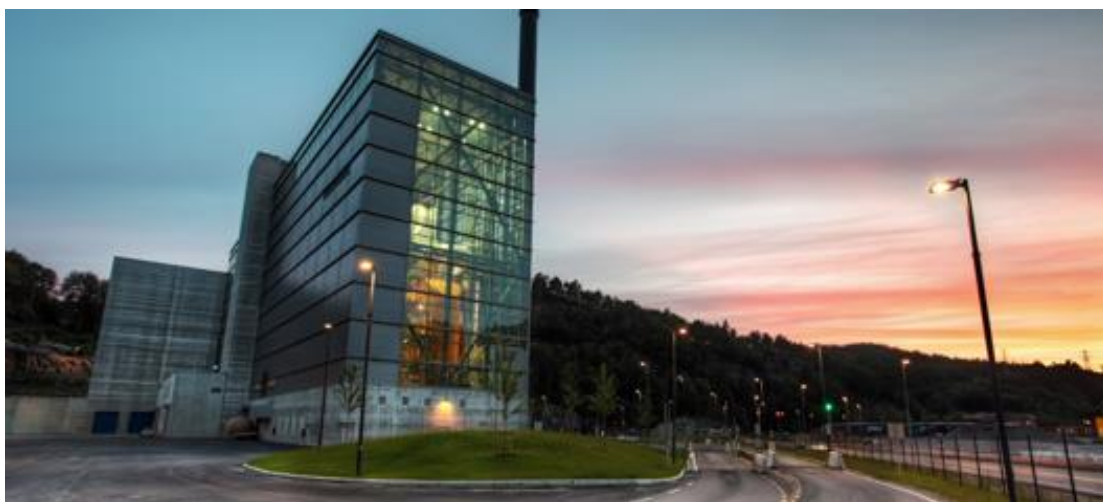
# Funksjoner på Returkraft

Hefte A: Gjennomgås før besøket på Returkraft

*Ungdomstrinnet*

## Litt informasjon om Returkraft

Du skal snart besøke Returkraft på Langemyr. Dette hefte skal gi deg litt informasjon om bedriften og forberede deg på realfagdagen der.



Tidligere ble mye søppel lagt på avfallsplasser i naturen og dekket med jord. Der skulle det ligge og råtne over mange år. 1. juli 2009 ble det forbudt å deponere nedbrytbart restavfall på fyllinger. Nå skulle denne søpla til anlegg og brennes opp.

Returkraft, som startet opp i 2010, er et forbrenningsanlegg som tar imot søppel fra store deler av Aust- og Vest-Agder. Søppelbiler tømmer søpla i en stor bunker. Herfra plukkes avfallet opp av en stor grabb, slippes ned i ovnen og skyves inn på ei stor rist. I løpet av én time blir søpla helt utbrent og aska faller ned fra rista og blir ført ut av ovnen.

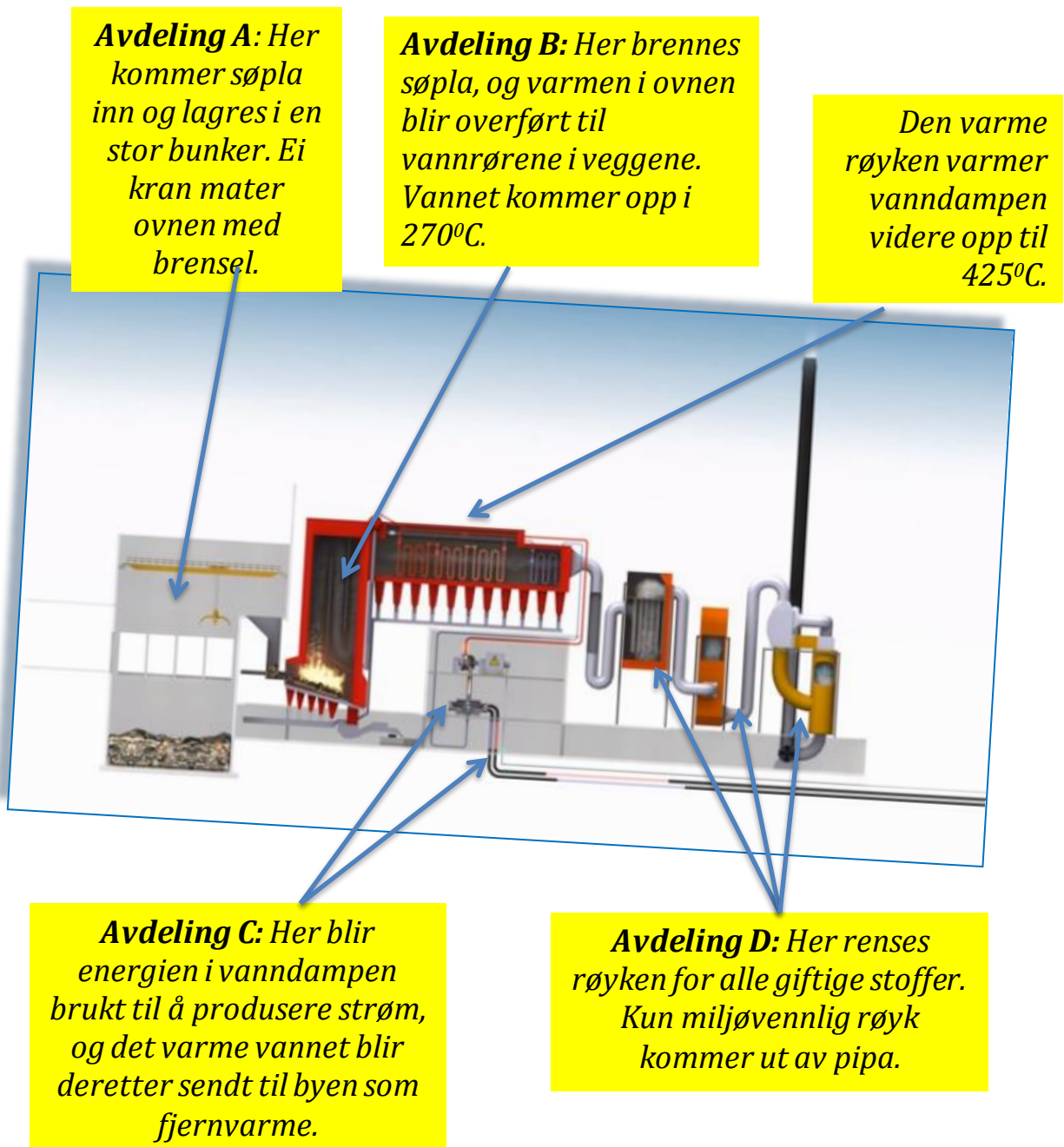
Ovnen er over 30 meter høy. Her kan det bli veldig varmt, og Returkraft utnytter denne varmen og kalles derfor et *energi-gjenvinningsanlegg*. I veggene i ovnen er det mange km med vannrør. Varmen fra ovnen varmer vannet i rørene. Da blir det mye vanndamp, og dampen driver en turbin-generator som



produserer strøm. Deretter blir det varme vannet sendt i rør til Kristiansand og solgt som fjernvarme. Varmen fra vannet kan brukes til oppvarming og varmt vann i leiligheter og butikker, og gågata i byen blir varmet opp om vinteren av vannrør som ligger i bakken.

Noe av problemet med å brenne søpla er alle de giftige gassene i røyken. På Returkraft blir disse miljøgiftene rensset bort før miljøvennlig røyk slippes ut av ei 75 meter høy pipe.

Se filmen: *Returkraft: Slik virker det* på [www.returkraft.no](http://www.returkraft.no)



*Oppgave 1: Hva menes det med at Returkraft er et energigjenvinningsanlegg?*

## For deg som vil vite noe mer om Returkraft

Returkrafts energigjenvinningsanlegg på Langemyr i Kristiansand er den største miljø-satsingen på Agder på flere tiår. Det kostet nærmere 1,5 milliarder kr å bygge Returkraft, og energien i avfallet som brennes der, tilsvarer nesten den energien som brukes i 20 000 eneboliger. Daglig kommer det ca 20-30 lastebiler med søppel til Returkraft og tømmer til sammen 500 t avfall i bunkeren. Det blir mer enn 130 000 t søppel som brennes der i året.

Forbrenningsovn er 30 meter høy, 9 meter bred og 18 m lang. Den veier 2000 t. Minst én gang i året må den slukkes og kjøles ned. Da skal den rengjøres innvendig. Siden metallet i ovnen utvider seg og trekker seg sammen etter som ovnen er varm eller kald, er den ikke festet til gulv eller vegger, men henger fritt fra taket. Ved full fyr "spiser" den gigantiske ovnen 16 t med avfall i timen, og det er over 1000 °C i ovnen. Det er viktig med så høy temperatur, for da forbrennes de svært giftige dioksingassene, som vi ikke vil ha ut i naturen! For å få til en optimal forbrenning, trengs det enorme mengder luft som blåses inn i ovnen, 80.000 m<sup>3</sup> luft i timen!

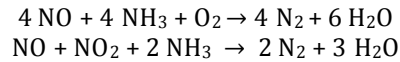
100 km vannrør ligger tett i tett i ovnsveggen. Først blir vannet varmet opp til ca 270 °C, som er kokepunktet ved 50 bars trykk. Deretter brukes røykgassen til å varme opp vanddampen enda mer, slik at temperaturen når 425 °C. Hver time blir 72 t med vann til vapedamp. Glohet damp med 50 bars trykk, blir presset inn i en turbin som driver en generator som lager strøm. Dette lille kraftverket produserer strøm nok til 5000 husstander.

Etterpå kondenseres dampen til vann på 80-120 °C. Varmt vann føres i rør til byen, og via flere titalls km med rørledninger forsynes mange hundre husholdninger og bedrifter med vannbåren varme. Energien i denne fjernvarmen tilsvarer et middels stort kraftverk.

Røykgassen fra forbrenningsovnen tilsettes kalk og aktiv kull og føres gjennom posefilter. Filteret fungerer som en støvsuger der partiklene i røyken fanges opp. 903 poser fanger opp støv, tungmetaller og dioksiner, og 4000 t filterstøv sendes årlig til spesialdeponi.

Røykgassen tilsettes deretter ammoniakk (NH<sub>3</sub>) og går gjennom en katalysator som fjerner nitrogenoksyd-gasser (NO<sub>x</sub>). Det sørger for at disse skadelige gassene ikke kommer ut i naturen.





Til slutt blir røykgassen vasket ytterlig for miljøskadelige stoffer i Scrubber. Det er et vasketårn som fjerner rester av klor og svovelforbindelser og det som måtte være igjen av støv og tungmetaller etter posefiltrene. I vasketårnet dusjes røyken med finstøvet vann. Det som til slutt slipper ut gjennom pipa, er hvit, luktfri røyk som består av vanndamp, CO<sub>2</sub>, nitrogen og oksygen, som er naturlige bestanddeler i lufta.

**Returkraft er en svært fremtidsrettet og miljøvennlig bedrift!**



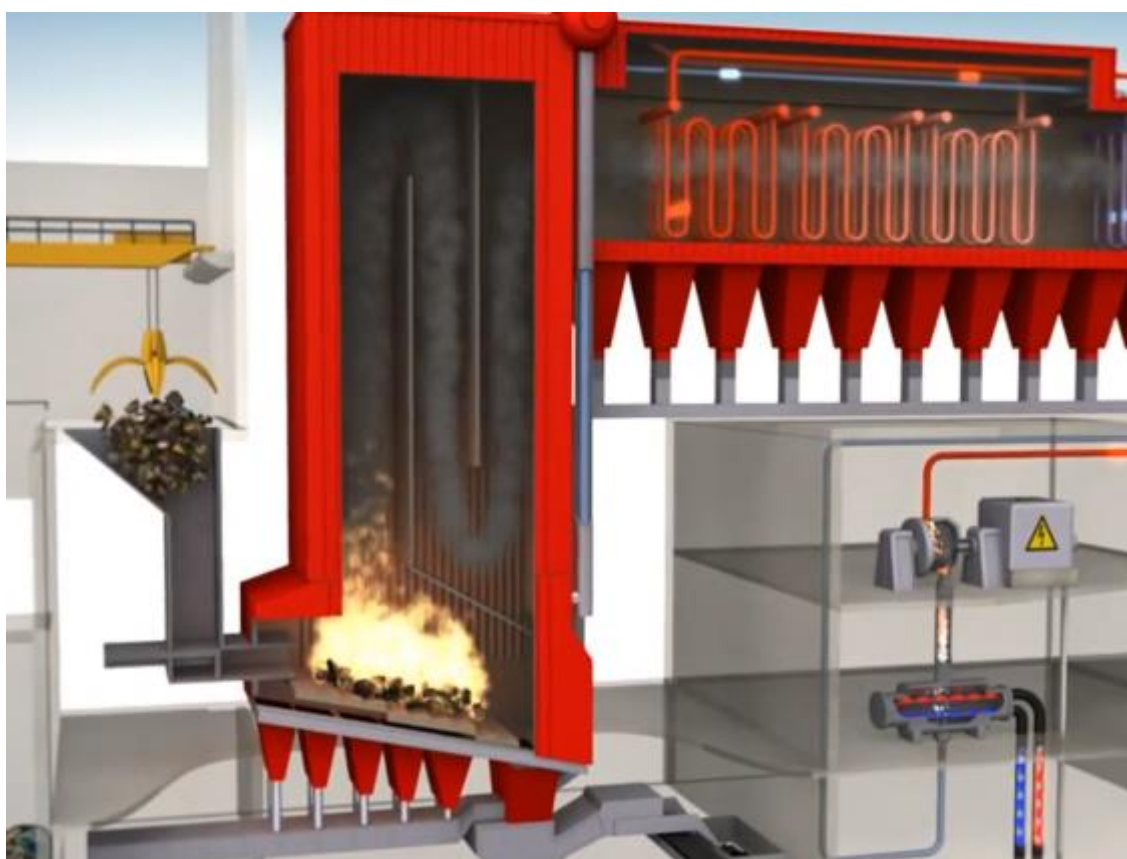
*Oppgave 2: Hva slags stoffer blir tilsatt røyken for å få den fri fra miljøskadelige stoffer?*

## Dette bør du vite om energi før besøket

**Energi** kan oversettes med *evnen til å utføre et arbeid*. Det fins energi i mange ting, f eks i varmt vann, mat, bensin, strøm og søppel. Det er ikke så lett å se energien med øynene våre, men vi vet at den er der.

Energi fins i mange ulike former, og den kan gå fra én form til en annen:

- **Kjemisk energi** fins i søppel. Denne energien kan vi få ut av søpla hvis vi brenner den.
- **Varme-energi** fins i varm luft og varmt vann.
- **Bevegelses-energi** fins i en maskin som sviver. Energien i denne bevegelsen kan f eks lage strøm.
- **Potensiell energi eller stillings-energi**. Ved et kraftverk samles vann fra bekker og elever bak en stor demning. Vannet har potensiell energi og føres i rør mot skovler som driver en generator. På den måten omdannes energien til strøm.

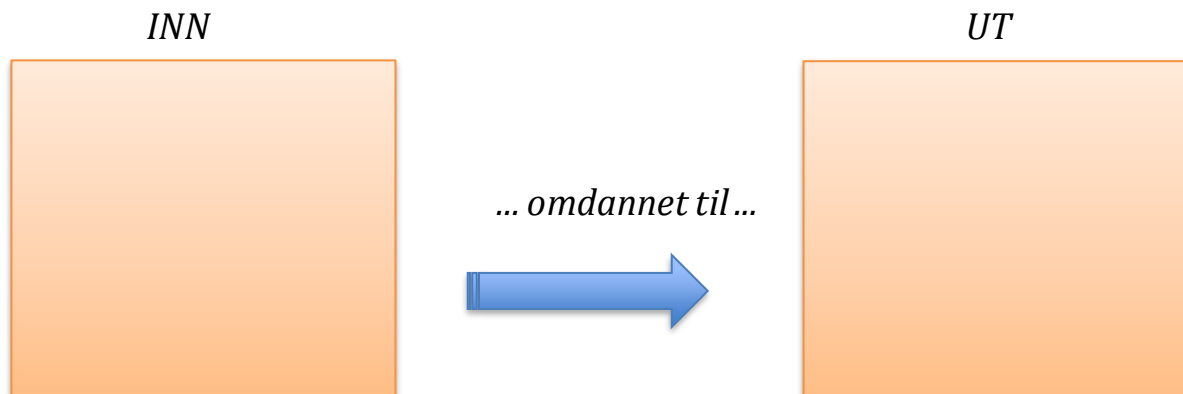




Returkraft brenner søppel, og energien i søpla blir omdannet til varmt vann. Vann-dampen blir ført inn i en turbin/generator og får den til å svive og lage strøm. Men energien i det varme vannet kan brukes til mer. Det sendes i rør til Kristiansand. Her kan bedrifter og boliger utnytte det varme vannet til oppvarming.

Energi måles i joule (J) og kilo-watt-timer (kWh). Du trenger f eks 4200 J med energi for å varme 1L vann fra 20 °C til 21 °C (+1 grad). En elektrisk ovn på 1000 W som har varmet en hel time, har brukt 1kWh med energi. Hvert år omdanner Returkraft flere hundre millioner kWh med kjemisk energi fra søpla til energi i andre former. Returkraft selger denne energien både som strøm og fjernvarme.

*Oppgave 3: Tegn av figuren under i dine notater og skriv inn hva slags energi det kommer inn til Returkraft og hva slags energi som kommer ut fra bedriften.*



## For deg som vil lære noe mer om energi

Returkraft brenner mer enn 130 000 tonn søppel i året. Ett tonn (1 t) tilsvarer tusen kilogram (1000 kg). Ordet kilo betyr 1 000 og forkortes med bokstaven *k*. I stedet for å skrive tusen gram (1000 g), kan vi forenkle det og skrive 1 kg.

Energi kan bli oppgitt i joule (J). Men energi som blir solgt som strøm eller fjernvarme, blir ofte oppgitt som kiloWatt-time (kWh). Det er bestemt at 1 kWh er det samme som 3 600 000 J eller 3 600 kJ. Det kan f eks bety at hvis du setter på en ovn hjemme på 1000 Watt og lar den varme i en hel time, har du brukt 3600 kJ med energi eller 1 kWh. Du legger kanskje merke til at *time* forkortes med bokstaven *h*. På latin heter time *hora*, og derfor har vi blitt enige om å bruke bokstaven *h* slik at folk i alle land kan forstå det.

Hver år selger Returkraft mange millioner *kilo-Watt-timer* (kWh) med fjernvarme og



strøm. I forbindelse med energi, brukes forkortelser som *kilo* (k), *mega* (M), *giga* (G) og *tera* (T). Det er for å unngå store tall med mange nuller.

Kilo = 1 000

Mega = 1 000 000

Giga = 1 000 000 000

Tera = 1 000 000 000 000

Hvis vi løfter et lodd på 100 gram opp 1 meter i løpet av ett sekund, bruker vi 1 J med energi på ett sekund. Det viser hvor effektive vi er. 1 W betyr at vi bruker 1 J hvert sekund. Hvis f eks Returkraft produserer 43 MW varmeenergi, betyr det at de klarer å omdanne 43 000 000 J kjemisk energi til varme hvert sekund i ovnen.

Motoreffekter oppgis i hestekraft. 1 kilowatt (1 kW) = 1,36 hestekrefter (hk). Hvis du har en båtmotor med 9,9 hk, er motoreffekten ca 7,3 kW. Hvis du bruker denne motoren i 1 time, bruker du 7,3 kWh energi. Det kan virke forvirrende med kW og kWh. Litt enkelt forklart kan vi si at en ovn på 1000 Watt bruker 1kW strøm hele tiden for å varme opp rommet. Men når vi har hatt denne ovnen på i en hel time, har vi brukt 1 kiloWatt-time (1 kWh) energi.

*Oppgave 4: Se filmen Avfall, lys og varme.*

<http://returkraft.no/skoleundervisning/til-laerer>



## Sammenhengen mellom tall i en tabell

Det er ofte vi finner sammenhenger mellom tall. Hvis en type mobiltelefon veier 150 gram, så veier 2 mobiltelefoner 300 gram osv. Vi kan sette det inn i en slik tabell:

<b>Antall</b>	1	2	3	4	5	6
<b>vekt</b>	150 g	300 g	450 g	600 g	750 g	900 g

*Oppgave 5: Finn noen like klosser som du veier. Lag en tilsvarende tabell som du ser over. Eller....: Mål opp 10 ml rødsprit som du veier. Deretter veier du 20 ml, 30 ml osv og setter vekten inn i en tabell.*



På Returkraft brenner de søppel. Energien i søpla blir omdannet til elektrisitet og varmt vann. På Returkraft kan det variere hvor mye energi de klarer å få ut av søpla. En dag viser målingene i kontrollrommet 11 MJ. Det betyr at de får 11 Mega-Joule med varme-energi fra 1 kg med søppel, 22 MJ fra 2 kg med søppel osv.

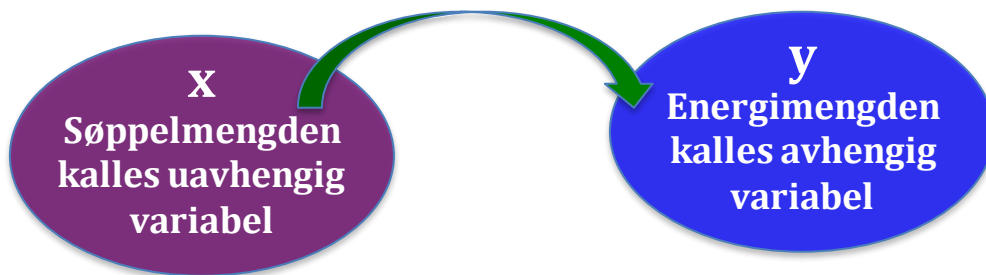
*Oppgave 6: Lag en slik tabell som du ser under. Fyll ut sammenhengen mellom vekten på søpla og energien som blir utvunnet av den.*

<b>Vekt</b>	1 kg	2 kg	4 kg	10 kg	25 kg	100 kg
<b>Energi</b>	11 MJ					

## Overføring av energi

Vekta på søpla som brennes varierer. Når vi i matematikkspråket skal skrive et symbol for et ukjent tall eller et tall som kan variere, kan vi bruke en bokstav. Her vil vi bruke bokstaven  $x$  som symbol for søppelvekta. Søppelvekta kan variere fritt, for Returkraft kan velge å brenne ett, tjue eller hundre tonn med søppel. Dette **varierende** og **uavhengige** tallet kalles en **uavhengig variabel**.

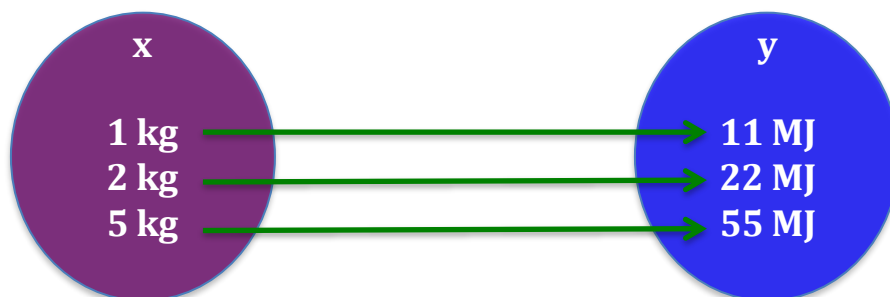
Den kjemiske energien i søpla, blir omdannet til varmeenergi. Denne energien er også et ukjent tall som kan variere, men dette tallet er ikke helt fritt. Det er avhengig av hvor mye søppel vi brenner. Vi velger å bruke bokstaven  $y$  som symbol for denne energimengden. Dette **varierende**, men **avhengige** tallet kalles en **avhengig variabel**.



uavhengig, kan variere fritt

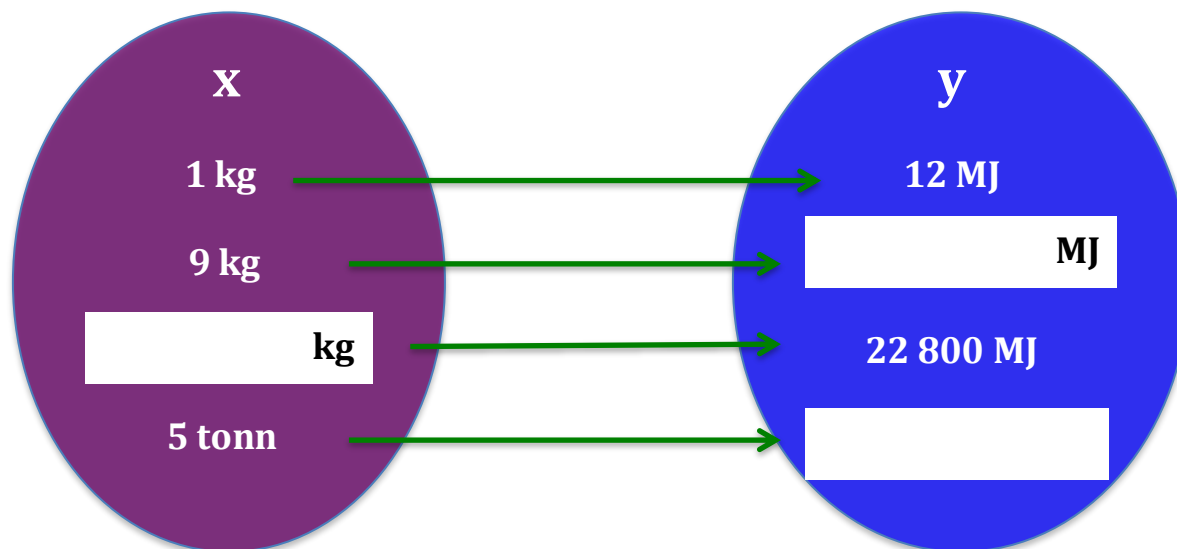
avhengig av hvor mye søppel vi brenner

På Returkraft kan det variere hvor mye energi de klarer å få ut av søpla. En dag viser målingene i kontrollrommet 11 MJ. Det betyr at de får 11 Mega-Joule med varme-energi fra 1 kg med søppel, 22 MJ fra 2 kg med søppel osv.



Oppgave 7: Hva er sammenhengen mellom den **uavhengige variabelen**  $x$  til venstre og den **avhengige variabelen**  $y$  til høyre?

Oppgave 8: En annen dag viser målingene i kontrollrommet 12 MJ. Vi kan tenke slik: **For hver kilo med søppel som blir brent, får de 12 MJ med varmeenergi.** Lag to sirkler og tegn piler mellom tall som passer sammen. Bruk sammenhengen som du ser her under og finn det som mangler.



Oppgave 9: En vinterdag med mye snø brenner søpla dårligere. På Returkraft finner de ut at 6 kg søppel blir omdannet til 52,2 MJ med energi. Finn den nye sammenhengen mellom x og y. Lag to sirkler med piler og velg noen uavhengige og avhengige variabler som passer sammen.

