



Forskning for en bedre fremtid



IFEs visjon:
Internasjonalt ledende forskningsinstitutt

Omsetning:

1

MRD



Vitenskapelige
publikasjoner årlig:

120



1948: IFA



1980: IFE

Antall ansatte:

600



14.000



Besøkende årlig

Avanserte laboratorier:

24



Nasjonaliteter: 38

Forskere: 218

PhDs: 105

Forskningsentre for
miljøvennlig energi:

2

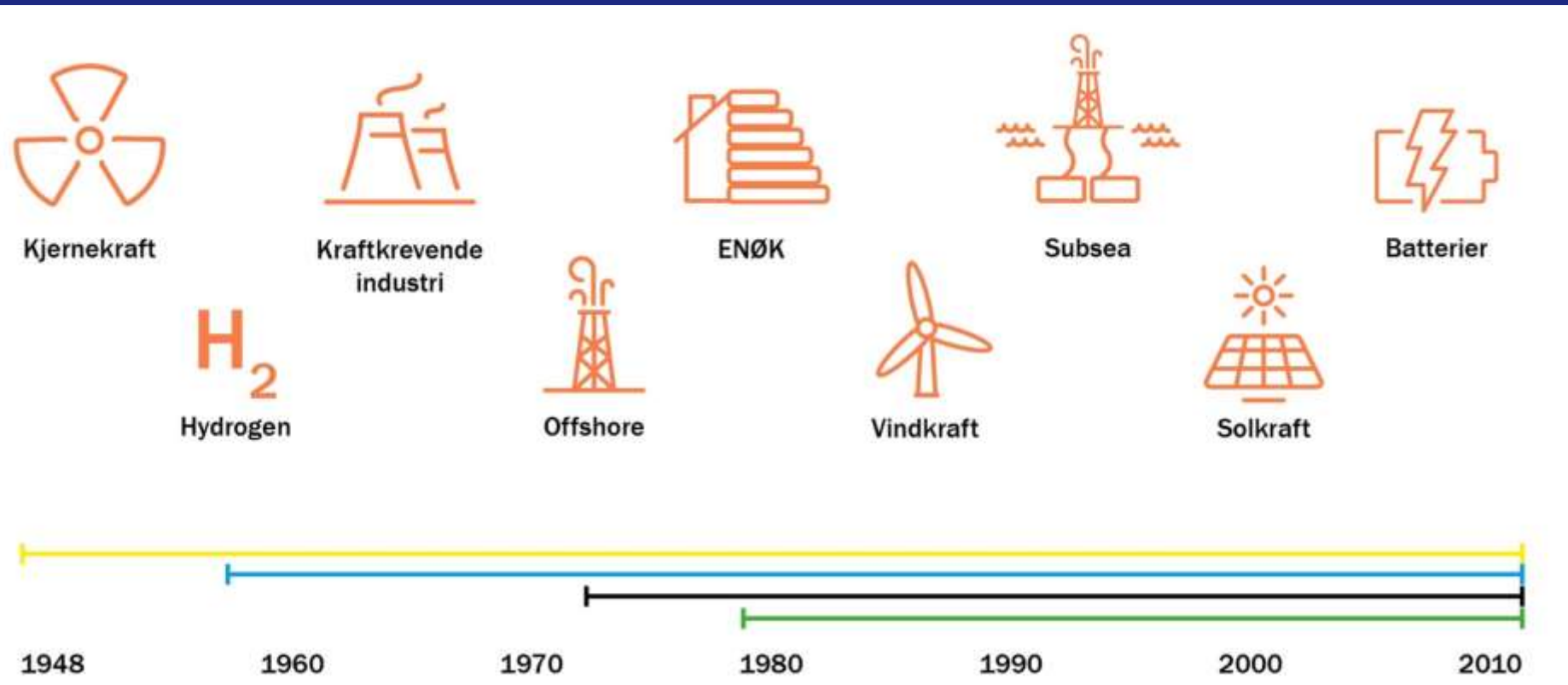
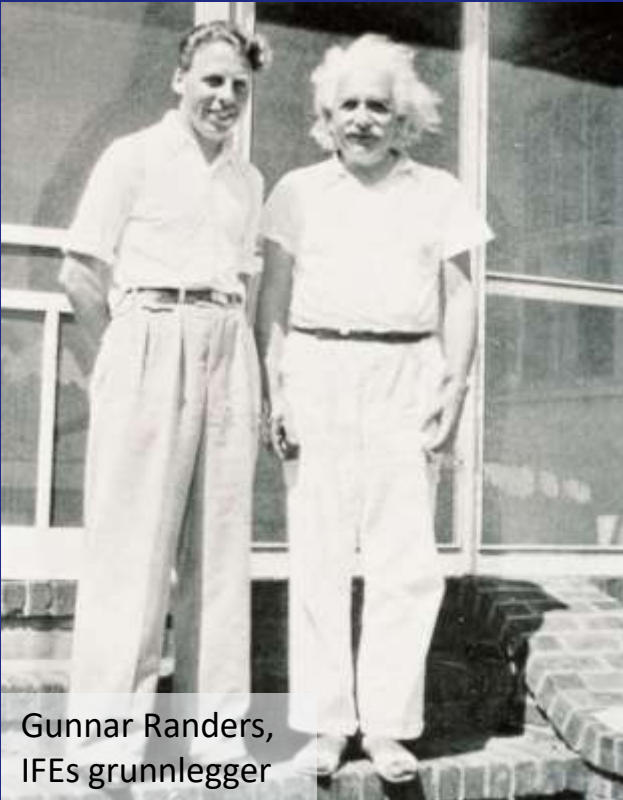


Internasjonale inntekter:

> 30%



IFE har vært i forkant av utviklingen i 70 år og har spilt en nøkkelrolle i utviklingen av energinasjonen Norge



Et verdensledende forskningsmiljø på energi, helse, digitalisering og industriutvikling

Forskning og utvikling



Digitale systemer

Strømningsteknologi og miljøanalyse

Material- og prosesseteknologi

Nukleærteknologi



Nukleærteknologi, fysikk og sikkerhet

Atomavfall og dekommisjonering

Radiofarmasi



Radiofarmasøytisk produksjon

Radiofarmasøytisk grossist

Radiofarmasøytisk FoU

IFE har unik forskningsinfrastruktur – store laboratorier for «små ting»

JEEP II



Sollab



Flerfaseloop



HAMMLAB



Hydrogen lab



Isotoplab



VR-lab



Miljø- og strålevern ved IFE

- *Avdeling Miljø- og strålevern* er en stabsavdeling som har ansvar for viktige instituttfunksjoner på Kjeller i forbindelse med myndighetenes krav til internkontroll (helse, miljø, sikkerhet)
- Sentral rolle i håndtering av en beredskapshendelse på IFE
- Driver også forsknings- og oppdragsvirksomhet på fagfelt der den har kompetanse, særlig strålevern, radioøkologi og radioaktivt avfall

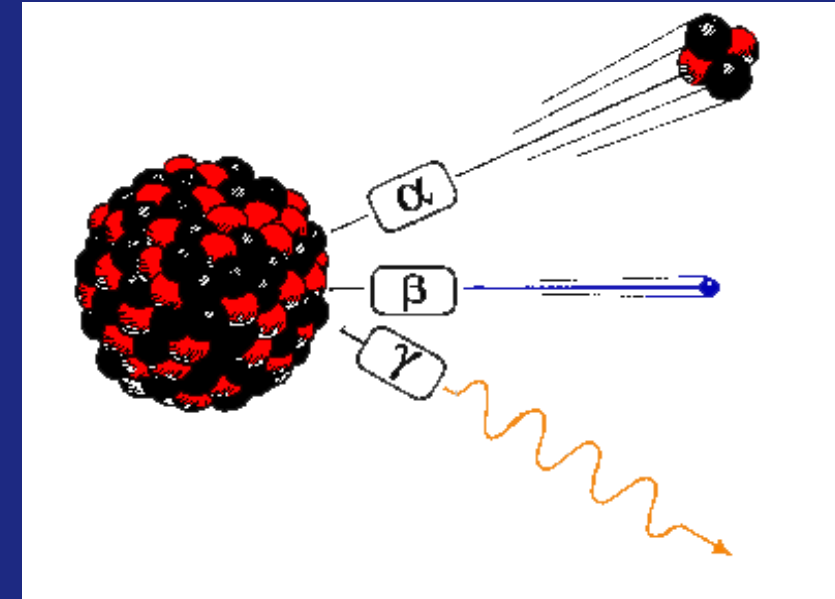
Avdelingens hovedoppgaver

- Strålevern
 - for brukere av stråling og radioaktivt materiale på IFE Kjeller
 - for andre ansatte på IFE Kjeller
 - for befolkningen rundt IFE Kjeller
- Kontroll og overvåking av utslipp av radioaktive stoffer
 - hindre spredning av radioaktivitet til omgivelsene
 - modellere konsekvenser av utslippene (doseberegninger) for befolkningen
- Miljøovervåking
 - Årlig program
- Tjenester og prosjekter for industri, myndigheter og andre



Stråling

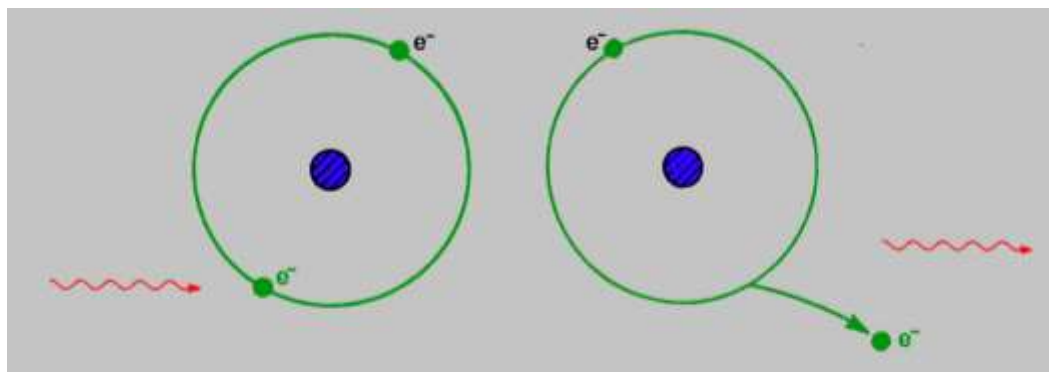
- Ustabile nuklider sender ut overskuddsenergi
- Skyldes at det er for mange eller for få nøytroner i kjernen
- To hovedtyper:
 - Elektromagnetisk stråling
 - Gammastråling
 - Partikkelstråling
 - Alfastråling
 - Betastråling



Det finnes to ulike hovedtyper stråling

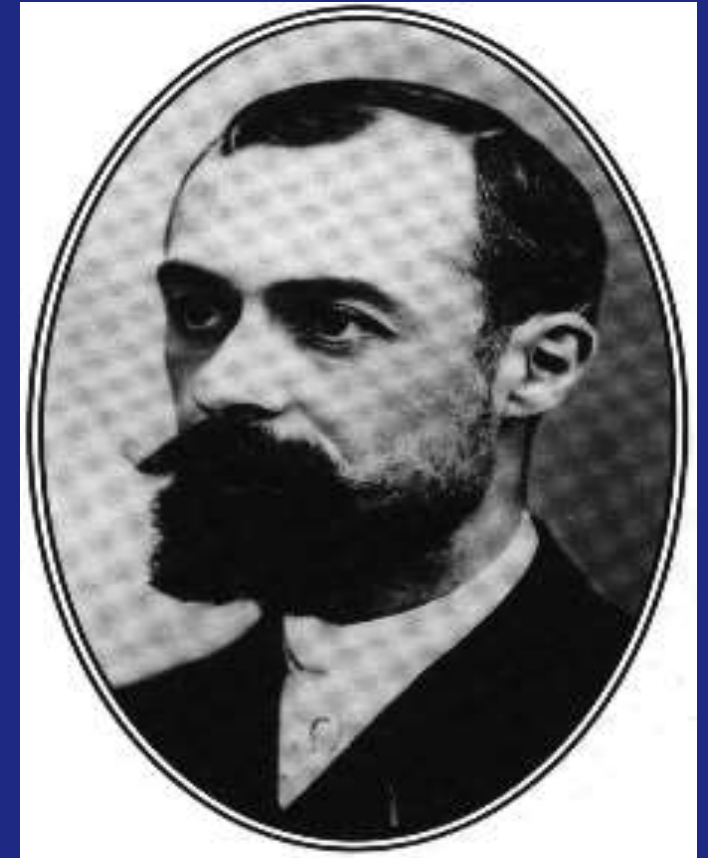
Ioniserende stråling

- Stråling som har nok energi til å ionisere et molekyl, dvs. fjerne ett eller flere elektroner
- Omfatter α , β , γ , røntgen, kortbølget UV og partikkelstråling forøvrig



Aktivitet

- Angir "styrken"
- Måles i enheten Becquerel
- $1 \text{ Bq} = 1 \text{ henfall pr. sekund}$
- Gammel enhet: curie, Ci
- $1 \text{ Ci} = 37 \text{ GBq}$



Henri Becquerel, fransk fysiker, nobelprisvinner og en av oppdagerne av radioaktiviteten.

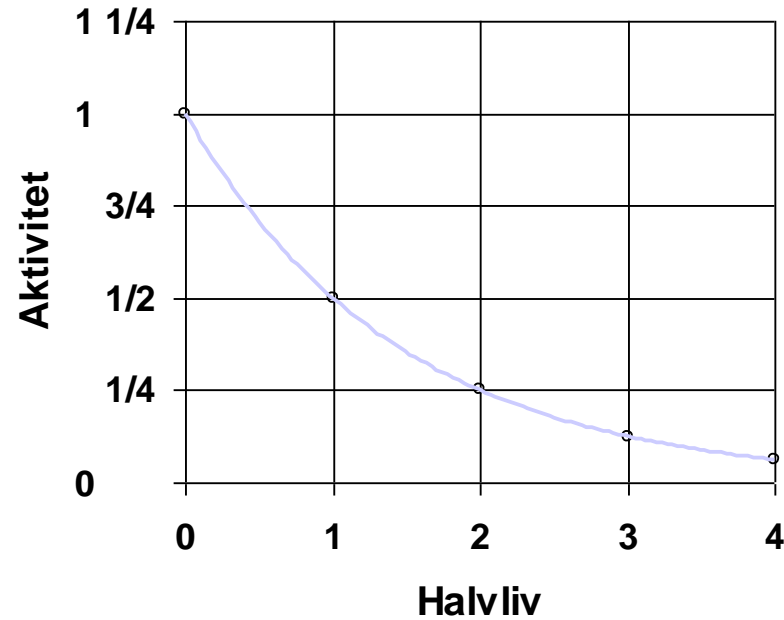
Meget liten enhet - typiske kilder

- Menneskekroppen 4000 Bq
- Vanlig røykvarsler 40 kBq
- Industriell kontrollkilde 100 MBq – 100 GBq
- Industriell radiografi 1500 GBq



Fysisk halveringstid $T_{1/2}$

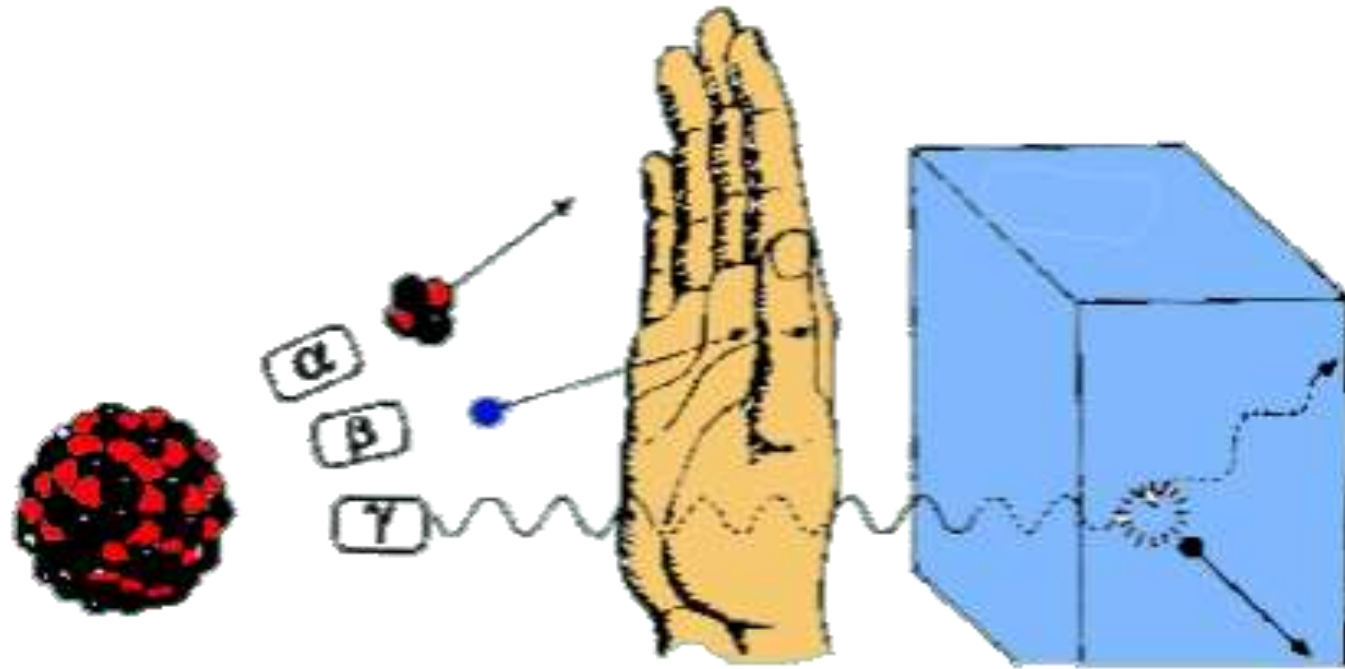
- den tid det tar før aktiviteten til en kilde er redusert til det halve



Noen halveringstider

- Halveringstiden varierer fra brøkdeler av et sekund til millioner år
- Tc-99m 6 timer (medisinsk diagnose)
- I-131 8 dager (medisinsk diagnose)
- Co-60 5,272 år (industrielt bruk)
- Kr-85 10,76 år (industrielt bruk)
- Sr-90 28,5 år (industrielt bruk)
- Cs-137 30,17 år (industrielt bruk)
- Pu-239 24 000 år
- U-235 710 millioner år (reaktorbrensel)
- U-238 4,5 milliarder år (utarmet uran)

Strålingens rekkevidde



Stråledoser

- Når kroppen utsettes for ioniserende stråling avsettes det energi i vevet
- Energien kan føre til ulike biologiske skadevirkninger
- Må derfor kunne måle/bestemme denne energien for å sikre at vi ikke overskrider grensen for hva som er akseptabelt
- Absorbert dose, D [Gy] = energi avsatt i vevet

Ekvivalent dose, H_T [Sv]

- Hver stråletype har fått en vektfaktor, w_R .
- Vektet dose kalles ekvivalent dose, H_T , og er gitt som produktet av absorbert dose og w_R .

$$H_T = w_R \cdot D_{T,R}$$

Stråletype	Strålingsvektfaktor, w_R
γ - og røntgenstråling	1
β -stråling	1
α -partikler	20
Nøytroner	5-20

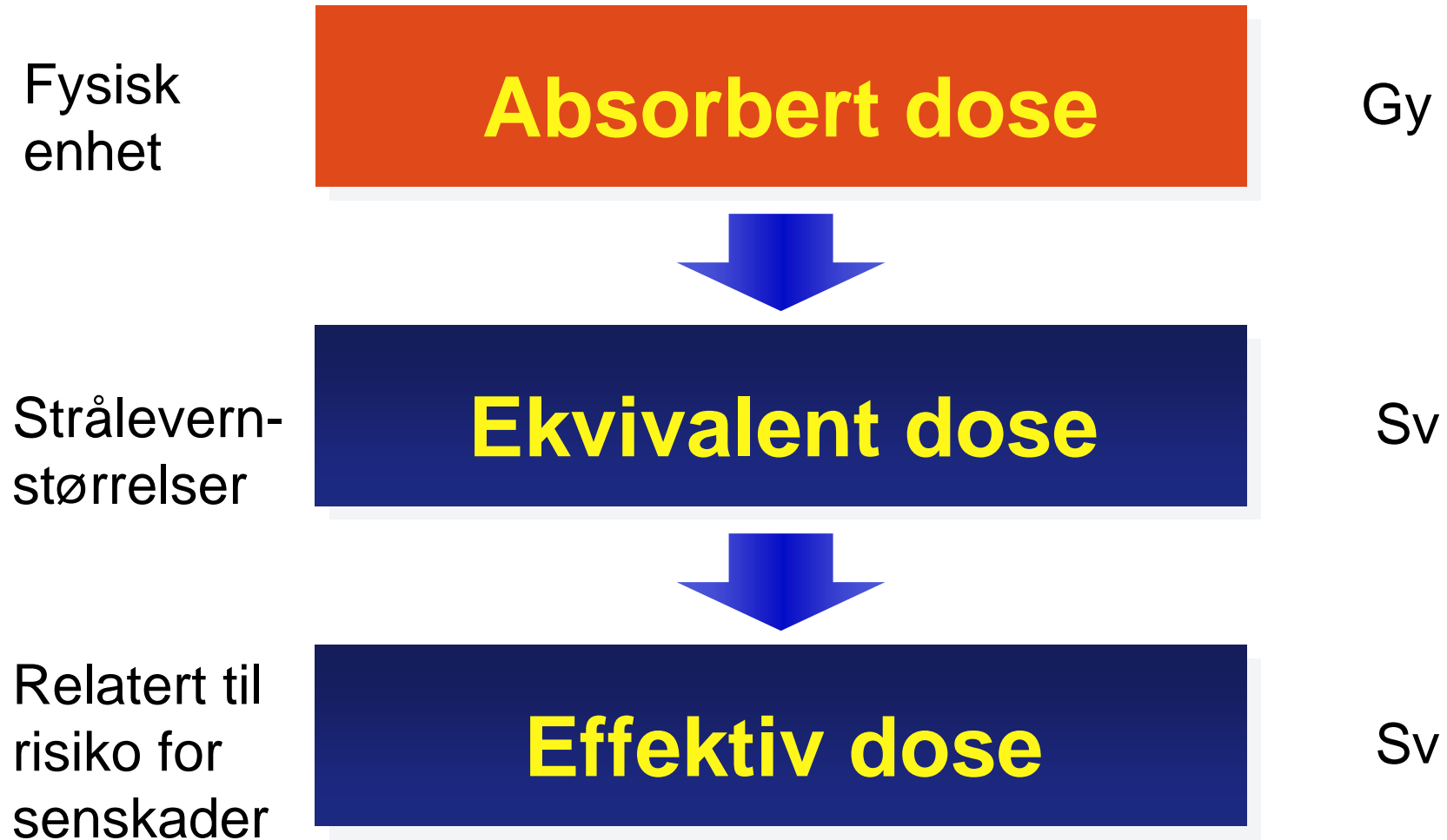
Effektiv dose, E

- Organene har ulik følsomhet for stråling
- Ekvivalent dose multipliseres med en vektfaktor, w_T , for det gjeldende organ

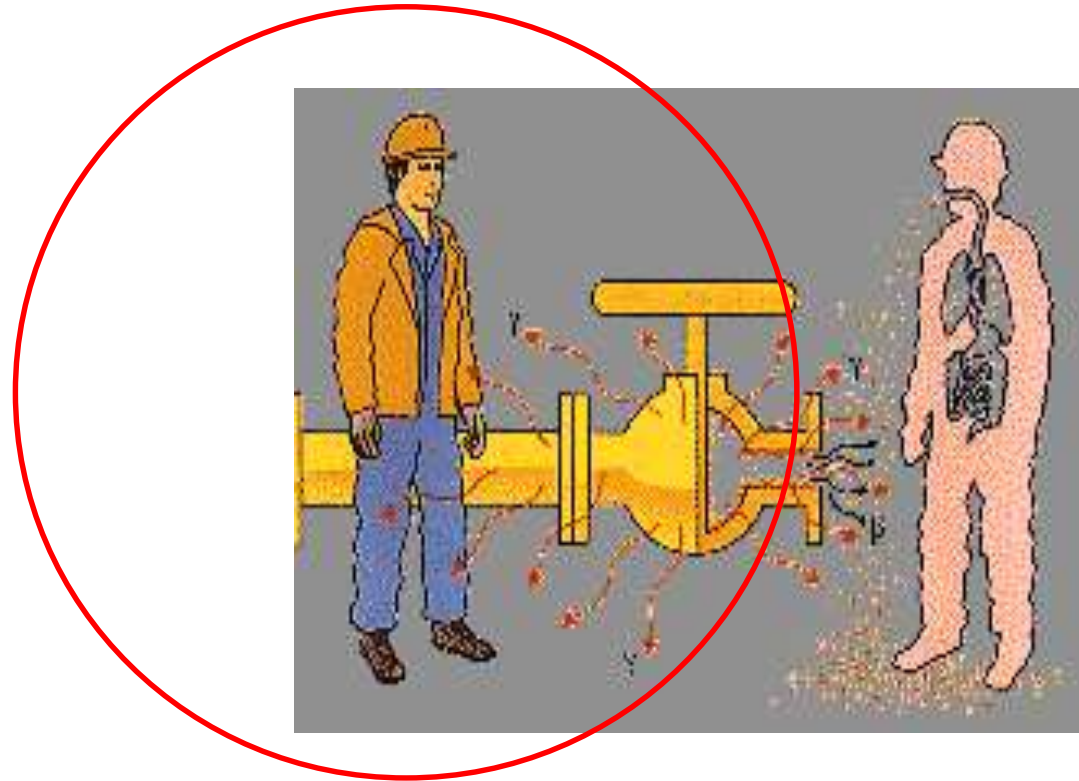
$$H_E = w_T \cdot H_T$$

Vektfaktorer for ulike organer

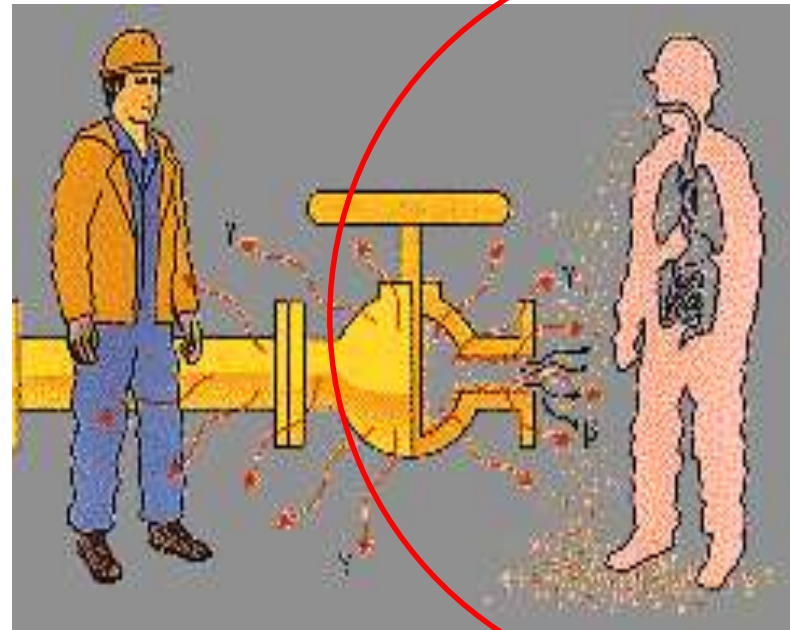
Organ/vev	Vevsvektfaktor, w_T
Gonader (kjønnskjertler)	0,08
Rød beinmarg	0,12
Tykkertarm	0,12
Lunger	0,12
Mage	0,12
Blære	0,05
Bryst	0,05
Lever	0,04
Spiserør	0,04
Skjoldbruskkjertel	0,05
Hud	0,01
Bein-overflate	0,01
Resten	0,05
Hele kroppen	1,00



Ekstern dose



Intern dose



Eksempler på stråledoser

Dose	Eksempel
1 μSv	10 timers utendørsopphold Stråling fra egen kropp i 1 døgn
10 μSv	Flytur Oslo-Tromsø t/r
100 μSv	2-3 røntgenbilder hos tannlege
1 mSv	Årlig dosegrense for publikum Røntgenundersøkelse av rygg, bekken eller nyrer
10 mSv	CT-undersøkelse av abdomen (mageregionen)
20 mSv	Årlig dosegrense for yrkeseksponerte
100 mSv	Leve 25 år i Norge

Dosegrenser

- Dosegrenser for yrkeseksponerte finnes i Strålevernforskriften
 - Yrkeseksponert 20 mSv per år
 - Publikum 1 mSv per år

Utslipp fra IFE Kjeller – normal drift

- IFE har tillatelse til utslipp av radioaktivitet til luft og vann
- Godkjenningen er gitt av DSA
- Nuklidespesifikke grenser for enkelt nuklider (Bq)
- I tillegg dosegrenser (eksponering av mest utsatte individ):
 - 100 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ for utslipp til luft
 - 10 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ for utslipp av jodisotoper til luft
 - 1 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ for utslipp til vann
- Alle utslipp overvåkes og kontrolleres



JEEP II reaktoren på Kjeller

Fra tillatelsen

- Årlige utslipp skal ikke overskride de gitte utslippsgrensene.
- Alle utslipp skal monitoreres.
- Krav om årlig kontroll av utslippsledningen til Nitelva.
- Krav om gjennomføring av årlig program for miljøovervåking.
- Årlig rapportering til DSA innen 1. mai påfølgende år.

Kontroll av NALFA-ledningen

- Alt utslippsvann slippes ut gjennom NALFA (Ny Avfallsledning for Lavaktivt Flytende Avfall) –ledningen til Nitelva
- Kontroll av eventuell lekkasje fra NALFA-ledningen gjøres en gang i året
 - Prøver av vann og sediment/sand fra alle kummene langs traseen

Utslipp til vann

- Alt flytende avfall overføres til store tanker (ca. 30 m³) og en prøve av vannet analyseres før tillatelse til utslipp gis
 - Ca. 3 utslipp per år (varierer)
- Vannprøver fra Nitelva
 - 3 ganger i sommerhalvåret, 6 prøvepunkter
- Sedimentprøver fra Nitelva
 - Årlig i sommerhalvåret, 6 prøvepunkter
- Fisk
 - 1-2 ganger i sommerhalvåret, 1 prøvepunkt
- Vannplanter
 - 1-2 ganger i sommerhalvåret, 1 prøvepunkt



Utslipp til luft

- Luftfiltre ved utslippspunkter
 - ukentlig
- Luftfiltre for friskluft
 - ukentlig, 1 prøvepunkt på IFE
- Nedbør
 - månedsprøver, 5 prøvepunkter på IFE
- Gress
 - 4 ganger i sommerhalvåret, 11 prøvepunkter på og rundt IFE
- Melk
 - ukentlig, 2 lokale gårder
- Jordbruksprodukter
 - årlig, 2 lokale gårder



IFE overvåker utslipp til luft i sitt miljøovervåkningsprogram

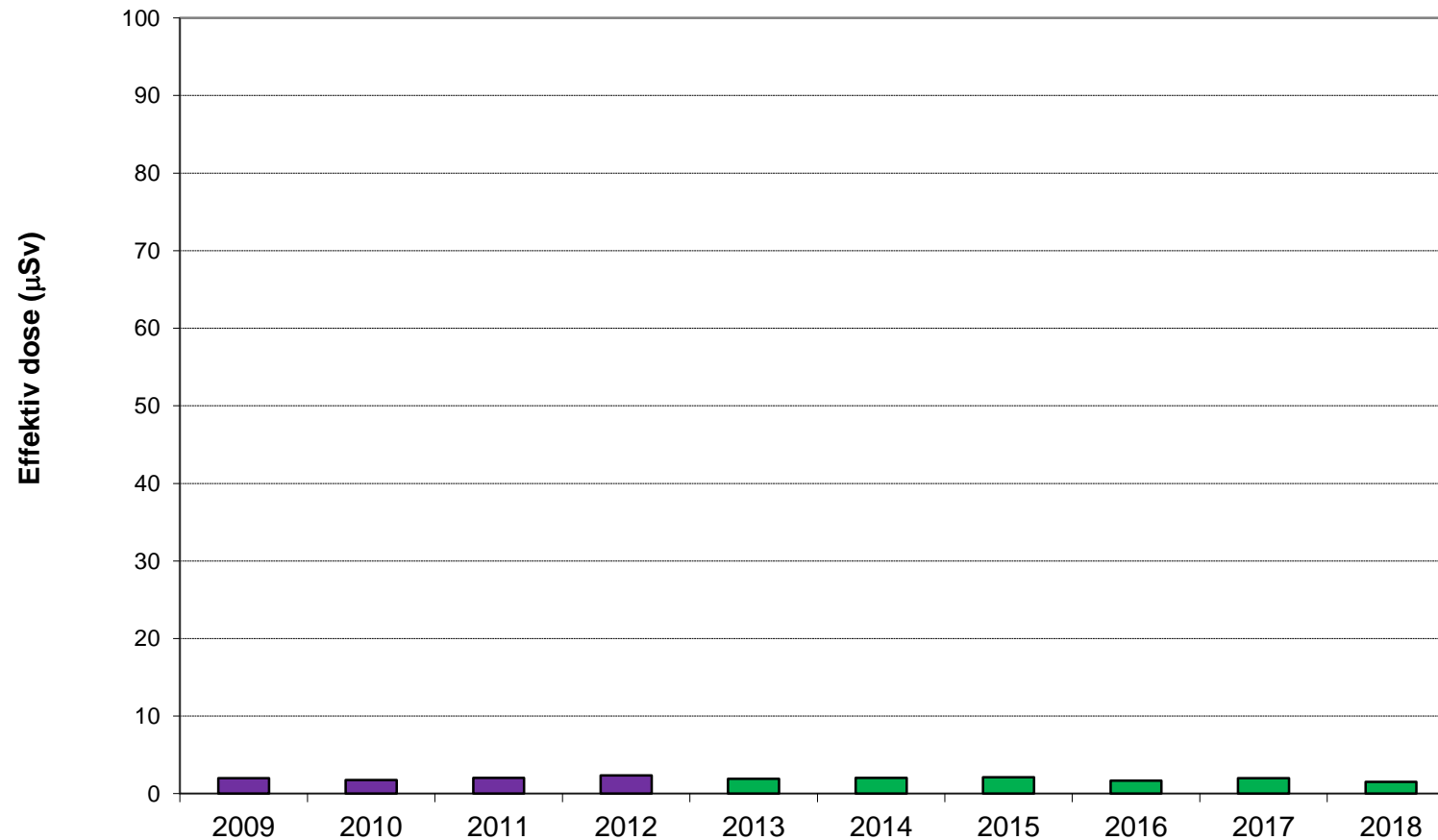
Overvannsystem på IFEs område

- Årlig prøvetaking fra en rekke kummer inne på området samt et par kummer utenfor området



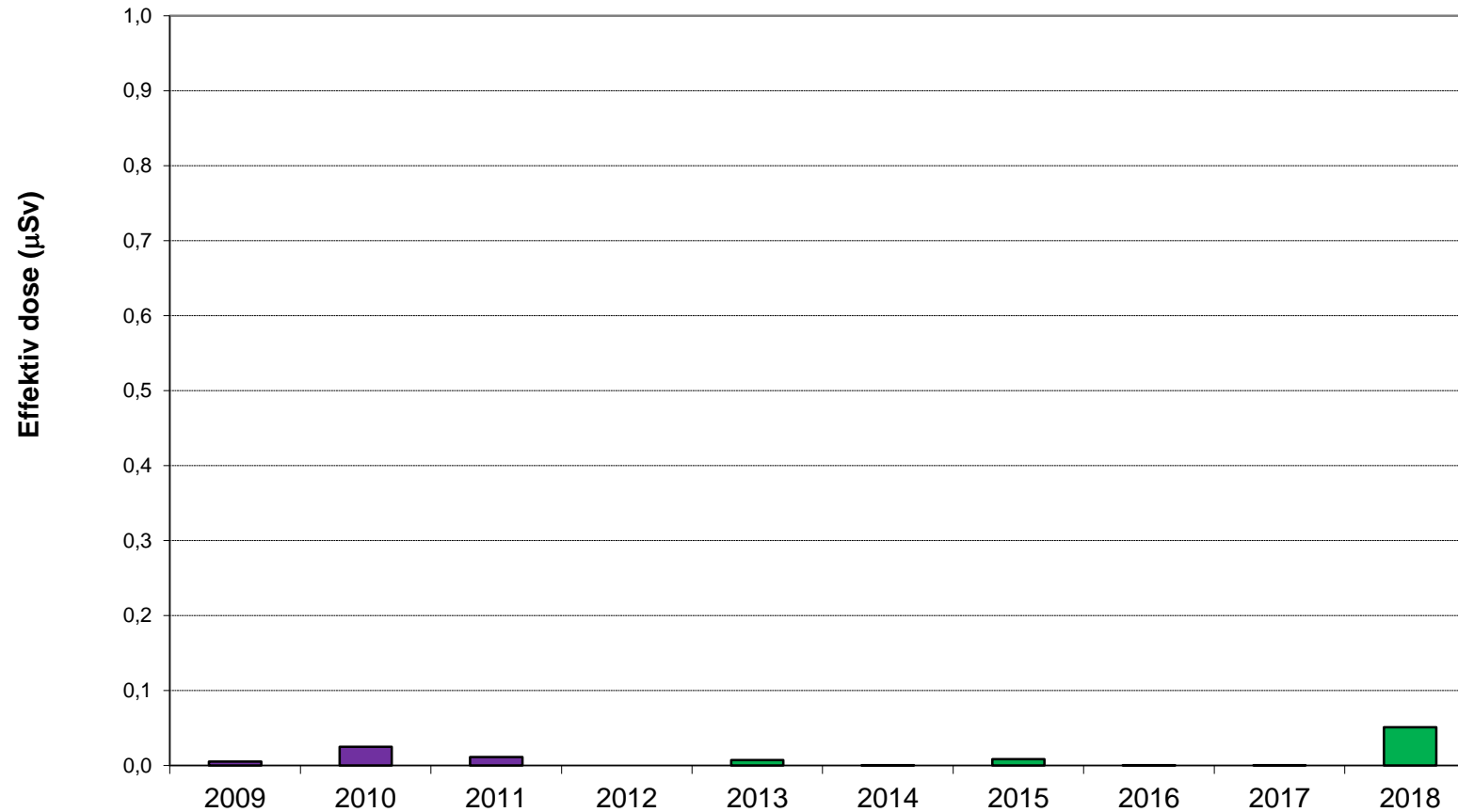
Utslipp til luft fra IFE Kjeller 10 siste år

Effektiv dose til individ i utsatt gruppe fra utslipp til luft



Utslipp til vann fra IFE Kjeller 10 siste år

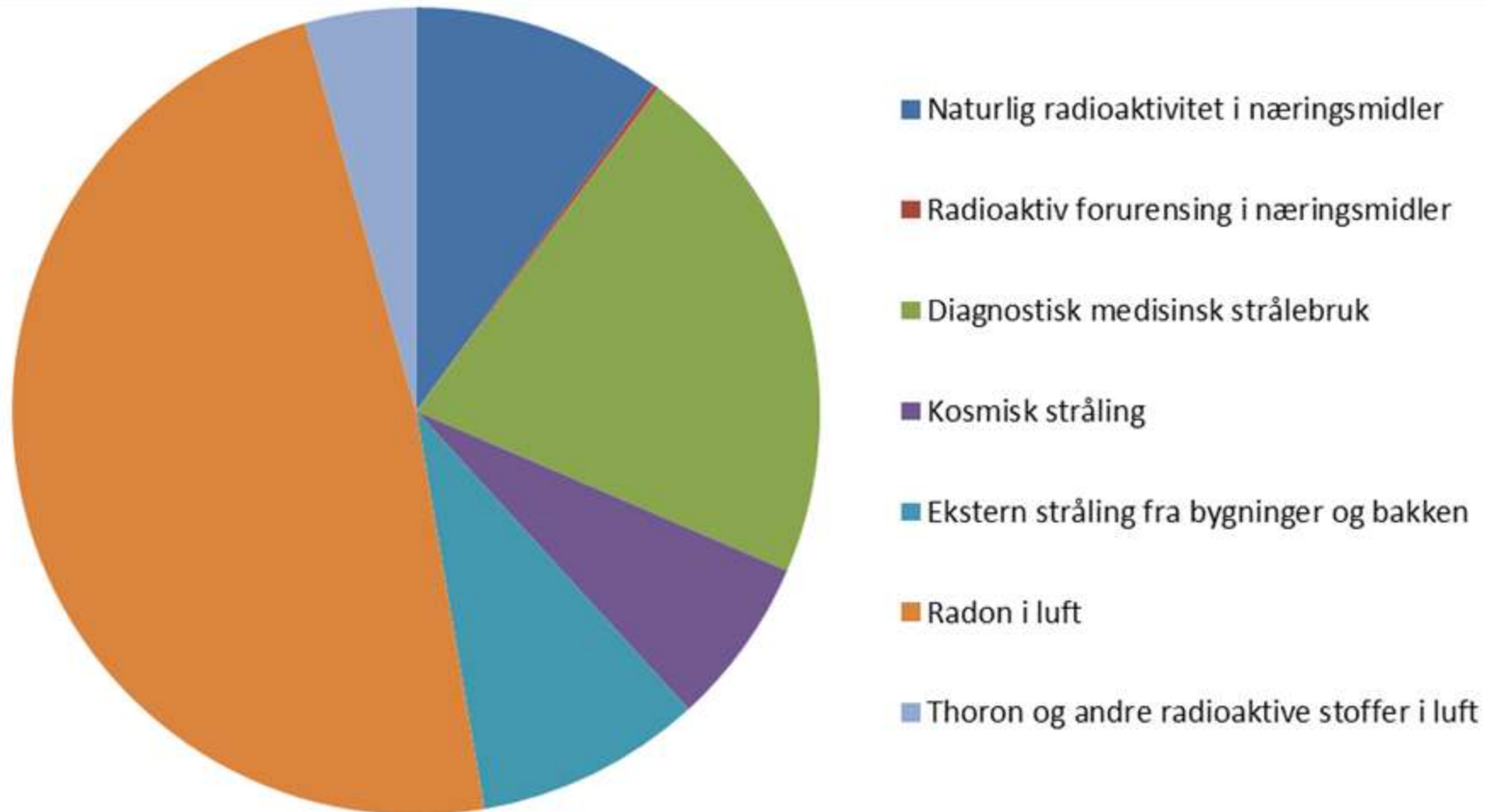
Effektiv dose til individer i utsatt gruppe fra utslipp til vann



Konsekvenser for befolkningen fra utslippene

- Utslipp i 2018:
 - 1,52 μSv til luft tilsvarer stråling fra egen kropp i 1-2 døgn
 - 0,051 μSv til vann tilsvarer 30 minutters opphold utendørs
- Risiko for senskader (kreft):
 - Ca. 5 % per Sv \rightarrow 0,005 % per mSv \rightarrow 0,000005 % per μSv
- Risiko fra utslipp i 2018: 1,52 μSv til luft
 - 0,0000076 % økt risiko for å få kreft

Total årstdose ved å bo i Norge – 5,2 mSv



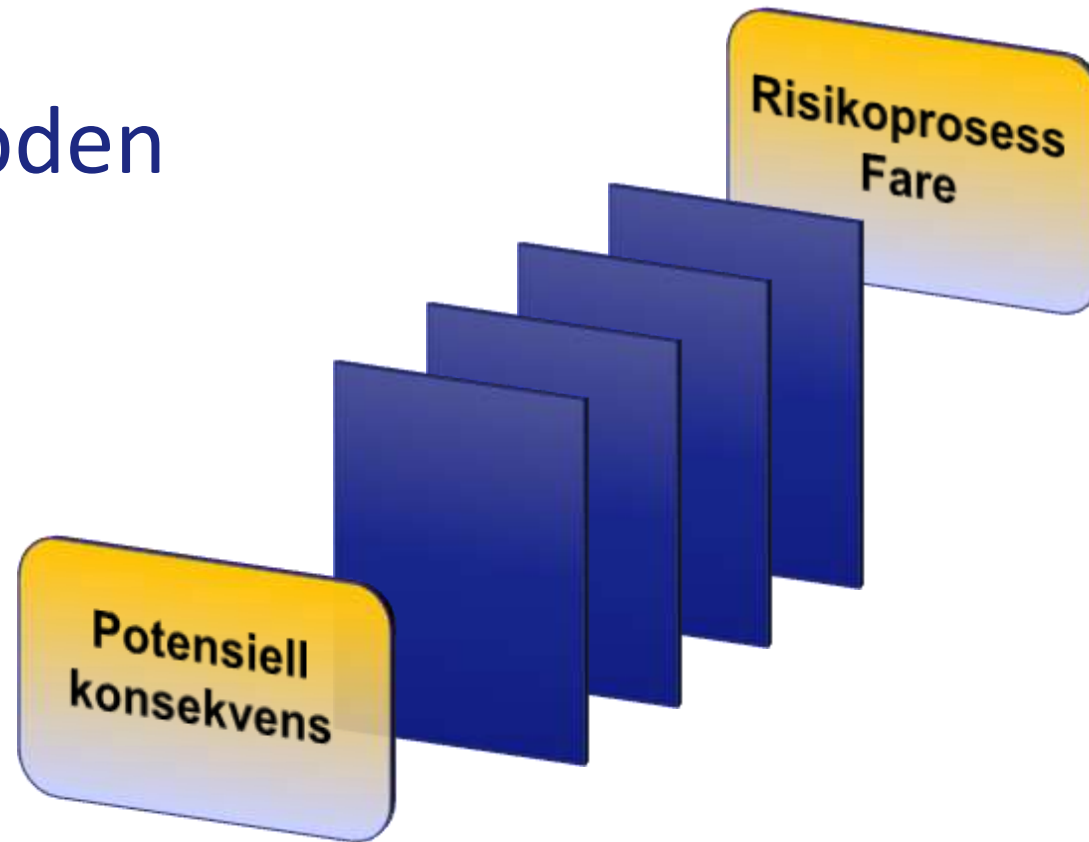
Normal drift ok

Hva med uhell?

I THINK WE MAY NEED TO
UPDATE OUR DISASTER RECOVERY PLAN.
THIS ONE SUGGESTS WE ALL RUN
AROUND IN CIRCLES SHOUTING
'WHAT DO WE DO?!!' 'WHAT DO WE DO?!!'



Forsvar i dybden



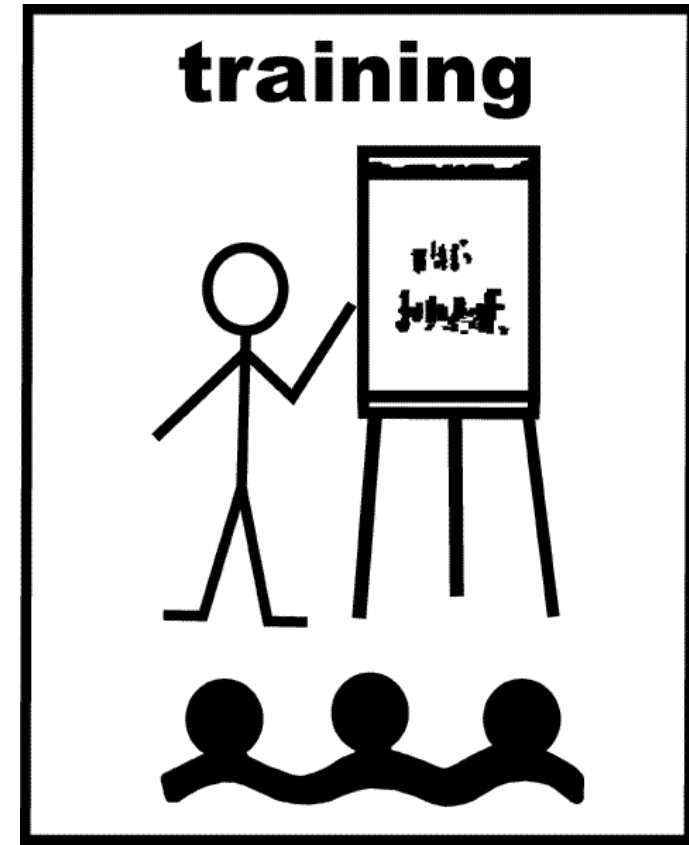
Forsvar i dybden - barrierene

- Ansattes kunnskap og forståelse om aktuelle farer
- Ansattes kompetanse til å arbeide sikkert og i henhold til prosedyrer
- Alarmer og advarsler
- Iboende sikkerhetskarakteristikker og sikkerhetsmarginer
- Systemer for hurtig feildeteksjon og anleggsdiagnose
- Systemer for gjenoppretting av sikker tilstand i tilfeller av unormale situasjoner
- Fysiske barrierer
- Avstenging og eliminering av fare om barrierer svikter (rensesystemer etc.)
- Planlagte beredskapstiltak (rømning, redningsaksjoner, beredskapsplaner)

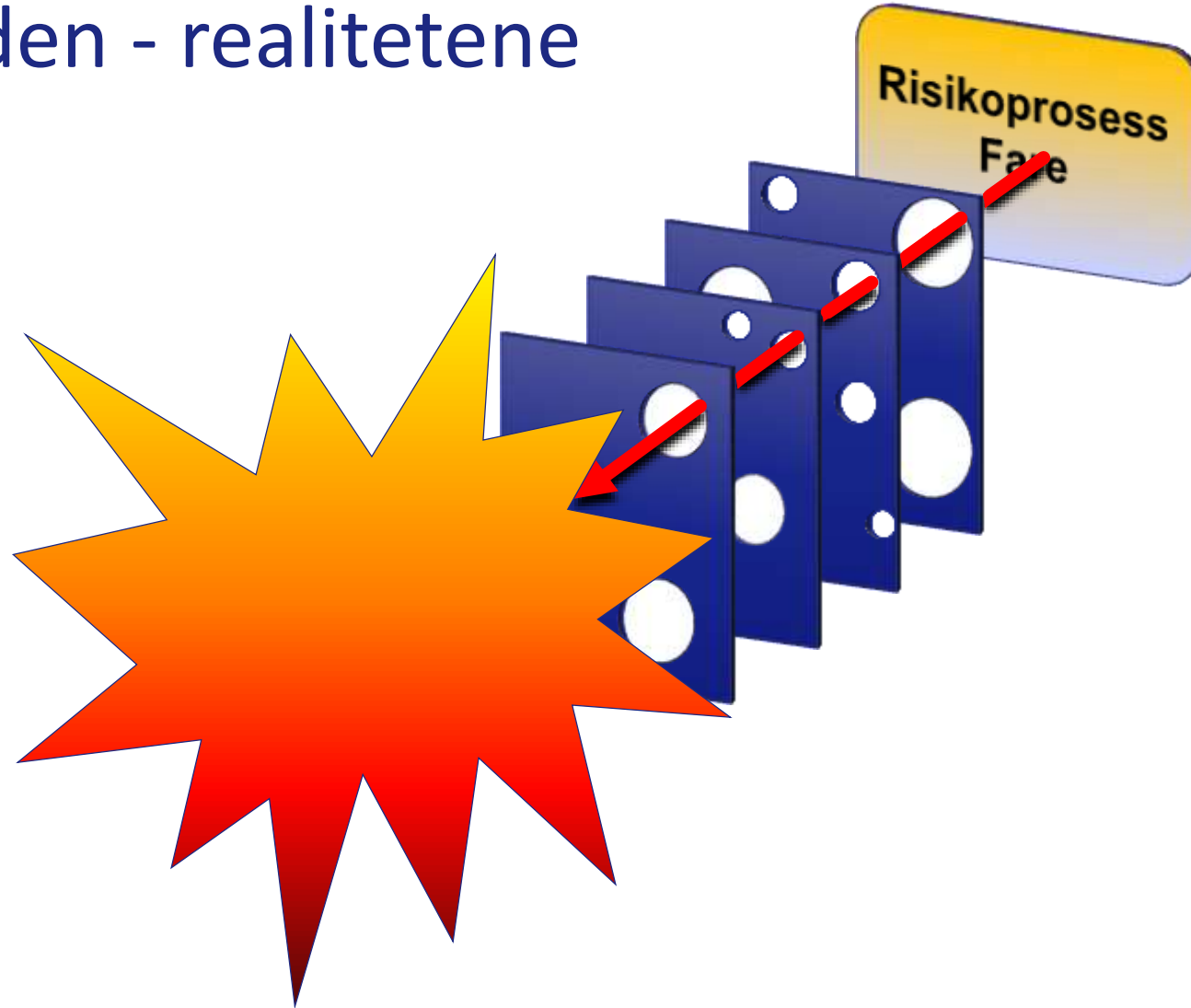


Forsvar i dybden - vedlikehold

- Vedlikeholdsprogram av prosesser og systemer (fysiske barrierer, alarmer etc.)
- Jevnlig inspeksjon og testing av utstyr
- Jevnlig oppdatering av prosedyrer og instruksjoner
- Opplæring og trening av ansatte



Forsvar i dybden - realitetene



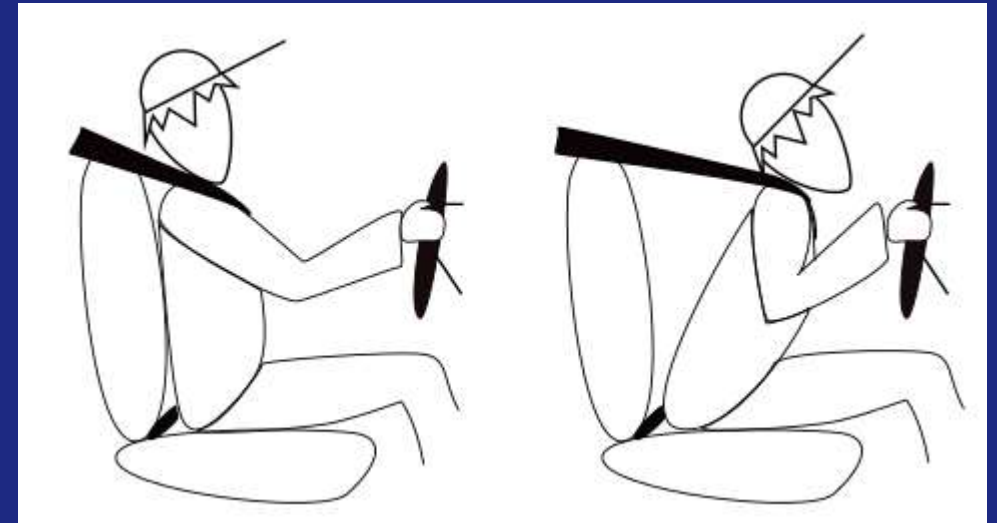
Arbeid med beredskap

- Hindre at feil oppstår
 - Vedlikehold
 - Inspeksjon og testing av utstyr
 - Utdannelse og trening
 - Sikkerhetsmarginer
 - Iboende sikkerhetsegenskaper
- Deteksjon og kontroll av feil
 - Systemer for hurtig feildeteksjon og anleggsdiagnose
 - System for hurtig stopp av prosess
 - Uavhengige avstengingssystemer

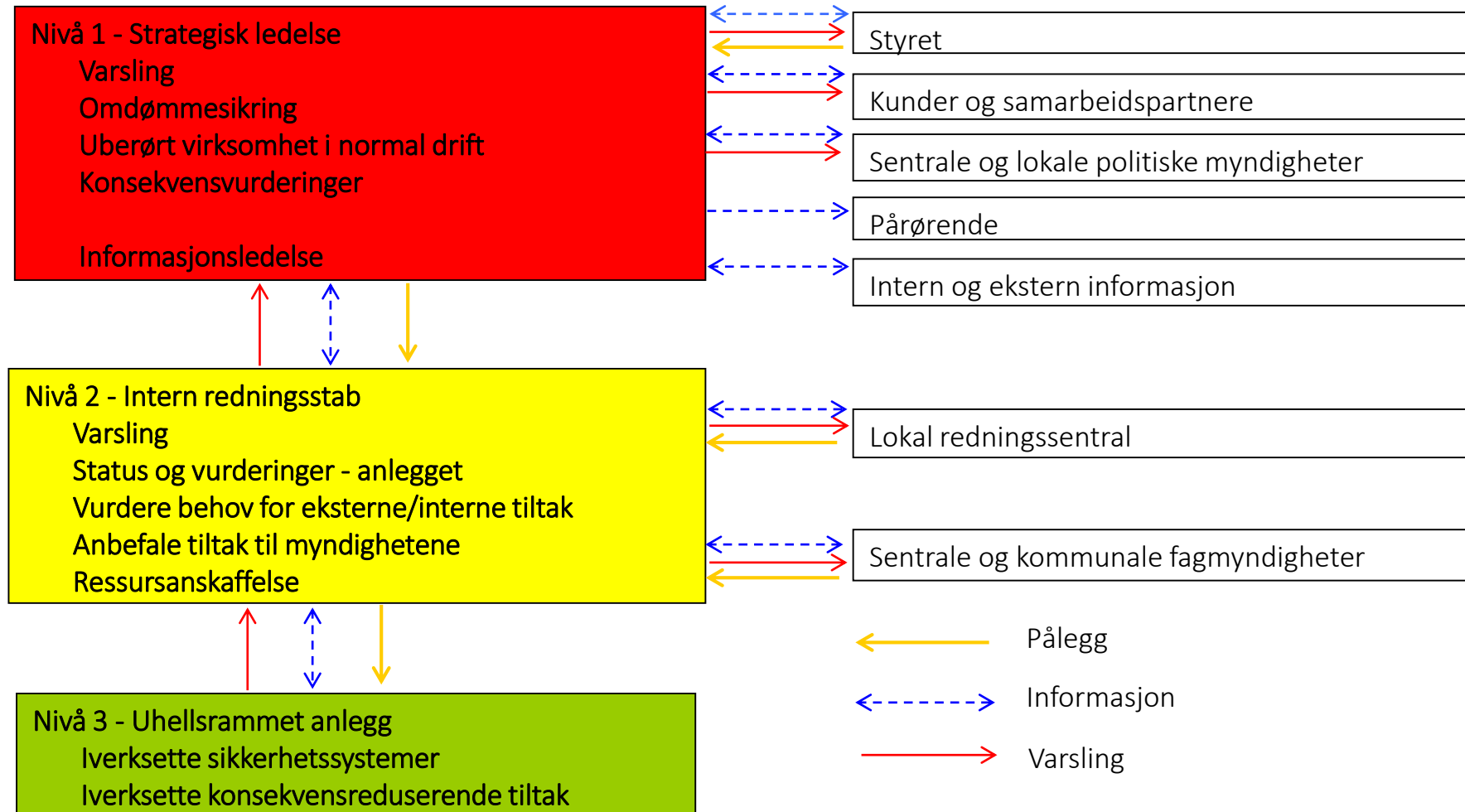


Arbeid med beredskap

- Anleggets design for kontroll av ulykker
 - Fysiske barrierer
 - Nødkjølesystemer / slukkesystemer
 - Uavhengige avstengingssystemer
- Forhindre utvikling av ulykke og redusere utslipp til omgivelsene
 - Rensesystemer for luft og vann
 - Systemer for trykkreduksjon
 - Innelukking
 - Brannmanskaper
- Redusere konsekvensene av utslipp
 - Beredskapstiltak
 - Beredskapsplaner, øvelser og trening

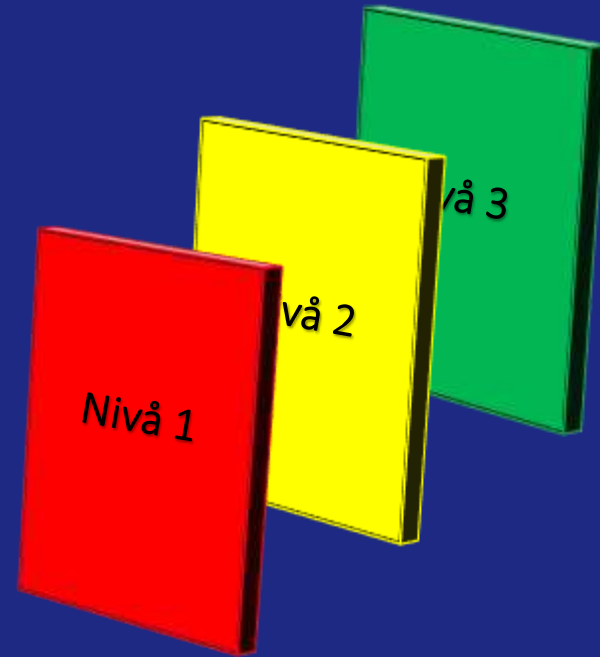


IFEs beredskapsorganisasjon



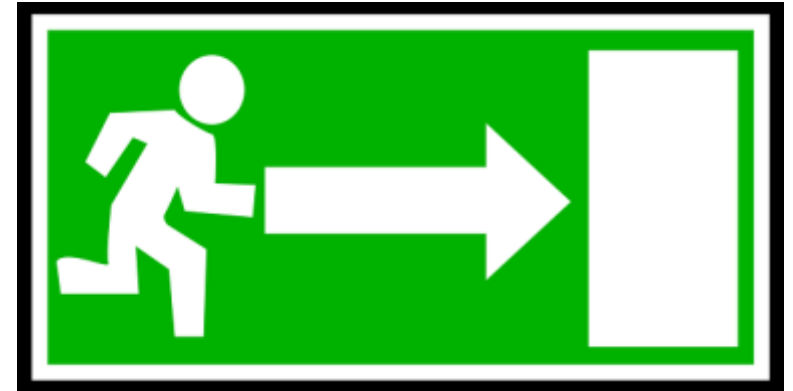
Arbeid med beredskap

- Planverk - beredskap
 - Nivå 1
 - Nivå 2
 - Nivå 3
- Beredskapsvakt 24/7
- Trening
 - Egentrening
 - Kollokvier
 - Mindre øvelser, deler av beredskapsorganisasjonen
- Øvelser
 - Større øvelser hvert tredje år
 - Eksterne samhandlingsparter (myndigheter, nødetater, naboer, etc...) deltar
 - Hele (evt. større deler) av beredskapsorganisasjonen



Mulige tiltak ved en hendelse

- Innmelding
- Evakuering av personell som oppholder seg på IFEs område
- Utdeling av jodtabletter
- Evakuering av nærmeste bebyggelse
- Kostholdsrestriksjoner



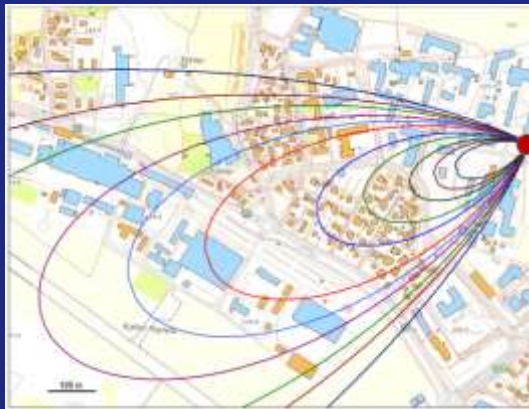
Mål for beredskapsarbeidet

- Begrense konsekvenser av et uhell for mennesker og miljø maksimalt ved:
 - tidlig varsling
 - tidlig å innføre tiltak som beskytter personer på IFEs område
 - tidlig å gi råd om tiltak for å beskytte personer utenfor IFEs område
 - tidlig å gjennomføre tiltak for å redusere utslipp
 - tiltak for å begrense skader på materiell



Avdeling Miljø- og stråleverns rolle

- Unik kompetanse og erfaring med operativt strålevern
- Laboratorier for måling av radioaktivitet
- Lang erfaring med radiokjemisk analyse og alfa-, beta- og gammamålinger



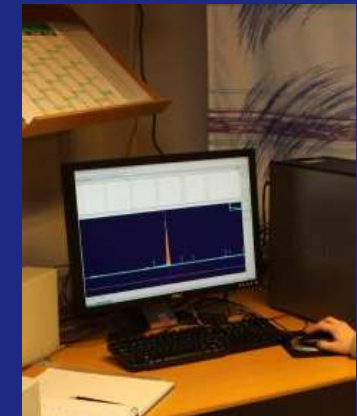
Utarbeide prognoser for utslipp



Lede strålevernsarbeidet på skadested

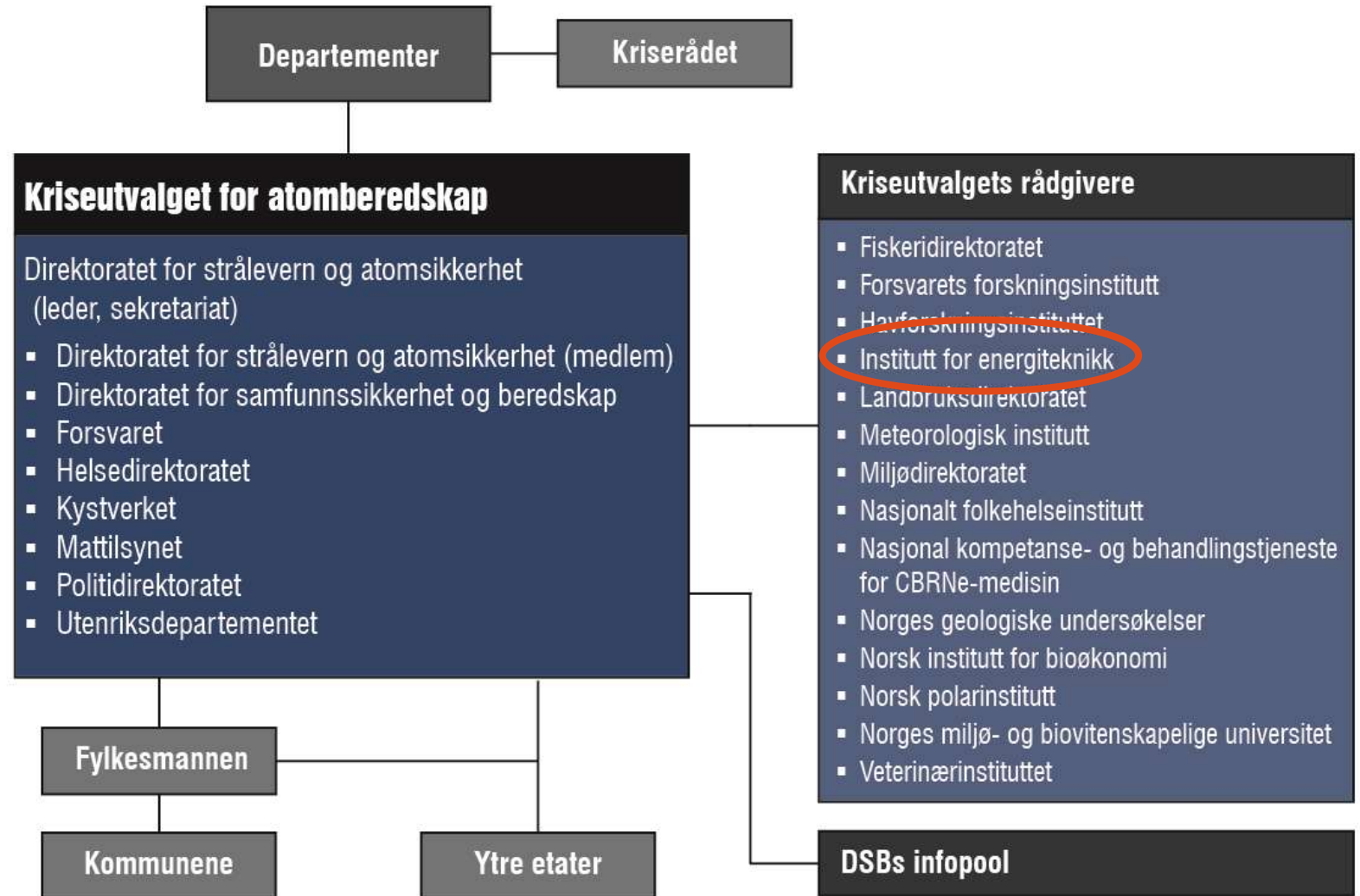


Målepatruljer



Analyser

Kriseutvalget for atomberedskap



Takk for meg!

Elisabeth Strålberg
Avdelingsleder Miljø- og strålevern

Elisabeth.Stralberg@ife.no

IFE forsker for en
bedre fremtid!

