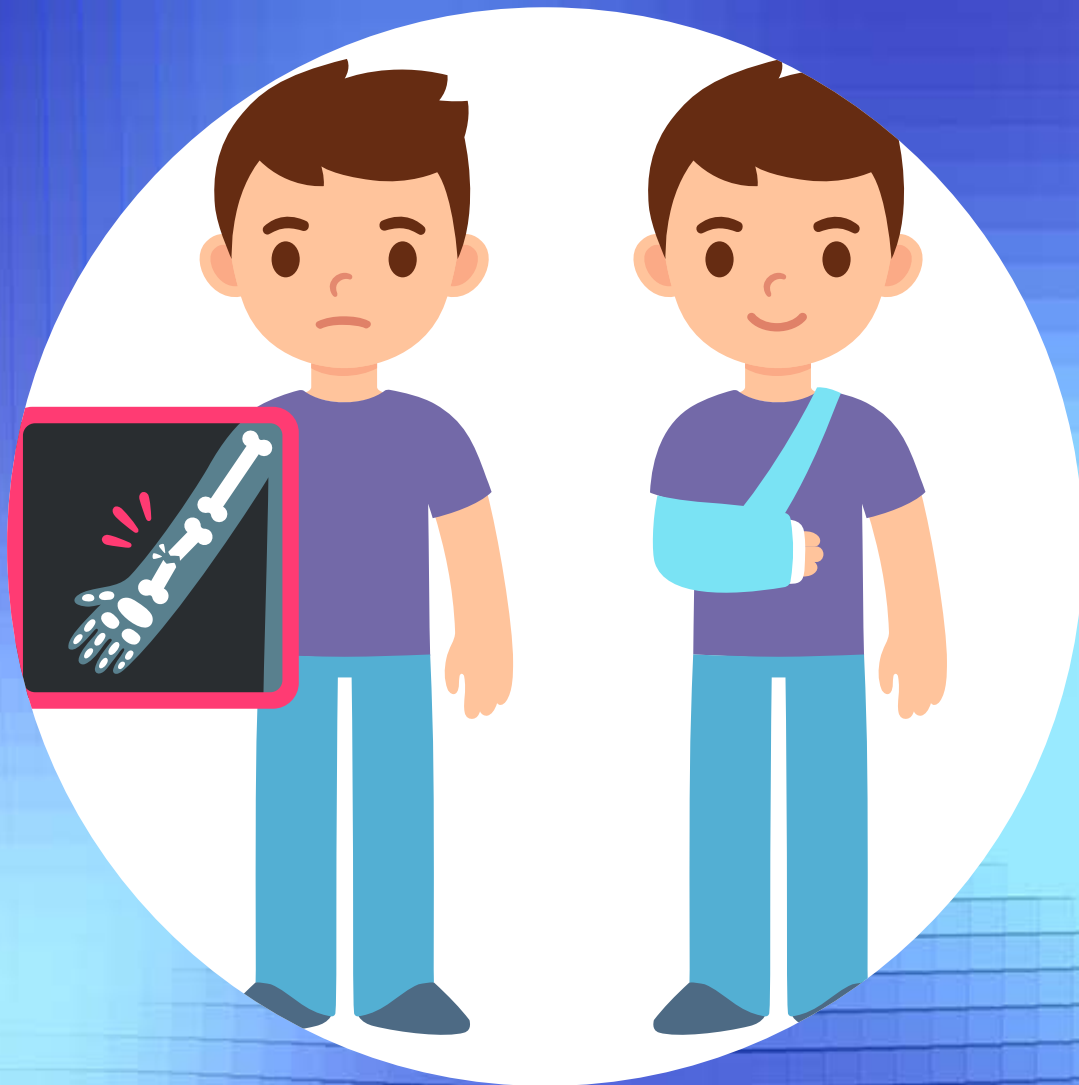


Referansedoser og dose-vektkurver ved pедиатriske røntgenundersøkelser: Resultater fra et nordisk prosjekt



Referanse

Widmark Anders, Heimland Nils. Referansedoser og dose-vekt kurver ved pediatrike røntgenundersøkelser: Resultater fra et nordisk prosjekt.

DSA-rapport 2022:06. Østerås, Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, 2022.

Publisert

Sider

[Klikk for å velge dato]

17

DSA,
Postboks 55,
No-1332 Østerås,
Norge.

Emneord

Røntgenundersøkelser, CT-undersøkelser, barn, diagnostiske referansedoser, dose-vektkurver.

Telefon

Faks

Email

67 16 25 00

67 14 74 07

dsa@dsa.no

dsa.no

Resymé

Rapporten oppsummerer resultater fra et nordisk prosjekt. Hensikten med prosjektet var å samle inn dosedata fra nordiske sykehus for å kunne etablere dose-vektkurver. I tillegg til dose-vektkurver er det etablert referansedoser for vektgrupper. Dose-vektkurver vil gjøre det lettere for sykehus og institutter å se om de ligger innenfor anbefalte verdier.

ISSN 2535-7339

Reference

Widmark Anders, Heimland Nils. Diagnostic reference doses and dose-weight curves for paediatric X-ray examinations: Results from a Nordic project.

DSA Report 2022:06. Østerås: Norwegian Radiation and Nuclear Safety Authority, 2022.

Language: Norwegian.

Key words

X-ray examinations, CT examinations, children, diagnostic reference levels, dose-weight curves.

Abstract

The report summarizes results from a Nordic project. The purpose of the project was to collect dose data from Nordic hospitals to be able to establish dose-weight curves. In addition to dose-weight curves, reference doses have been established for weight groups. Dose-weight curves will make it easier for hospitals and institutes to see if they are within recommended values.

Nasjonal prosjektleder: Anders Widmark.

Godkjent:



Kristin Frogg, avdelingsdirektør,
avdeling strålevern og miljøforvaltning

Referansedoser og dose-vekt kurver ved pediatriske
røntgenundersøkelser:

Resultater fra et nordisk prosjekt.

Sammendrag

Det er gjennomført et prosjekt i regi av Nordic Working Group on Medical Applications (NGMA). NGMA er en nordisk arbeidsgruppe i medisinsk strålebruk med representanter fra de nordiske strålevernsmyndighetene.

Data for konvensjonelle røntgenundersøkelser og CT-undersøkelser fra utvalgte nordiske sykehus ble samlet inn i en database fra mars 2018 til våren 2019.

Det ble laget dose-vektkurver for de undersøkelsene der det var nok data, i tillegg til at det ble etablert referanseverdier for vektgrupper. For CT cerebrum ble det laget referanseverdier basert på aldersgrupper.

Å etablere dose-vektkurver på et nasjonalt eller regionalt nivå krever en stor mengde data, men for de radiologiske avdelingene, som har begrensede muligheter for å samle nok pasienter i hver vektgruppe, vil det være lettere å se hvordan man ligger an i forhold til referanseverdier.

Abstract

A project has been carried out under the auspices of the Nordic Working Group on Medical Applications (NGMA). NGMA is a Nordic working group on medical use of radiation, consisting of representatives from the Nordic radiation protection authorities.

Data for conventional X-ray examinations and CT examinations were collected in a web-based database from selected Nordic hospitals from March 2018 to spring 2019.

Dose-weight curves and weight groups were created for those examinations where there was enough data. For CT cerebrum, reference values were created based on age groups.

Establishing dose-weight curves on a national or regional basis requires a large amount of data, but for the radiology departments with limited access to collect enough data it will be easier to see how you are performing in relation to reference values.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag 3

Abstract 4

Innholdsfortegnelse	5
1 Innledning	6
2 Definisjoner og begrepsavklaringer	7
2.1 Standard undersøkelsesprotokoll	7
2.2 Representativ dose	7
2.3 Tredje kvartil (75-persentilen)	7
2.4 Andre kvartil	7
2.5 Dose-vektkurver	7
3 Metode	8
4 Resultater	9
4.1 Generelt	9
4.2 Konvensjonelle undersøkelser	9
4.3 CT-undersøkelser	13
5 Diskusjon	16
<hr/> Referanser	17

1 Innledning

Representative doser for voksne er et vel innarbeidet konsept. De representative dosene er etablert på det enkelte laboratorium, og er basert på minimum 20 pasientdoser, der pasientens vekt er mellom 55-90 kg. Den representative dosen er medianverdien for de innsamlede dosedataene på det aktuelle laboratoriet og den gitte undersøkelsen. På grunnlag av de innsamlede representative dosene settes det en nasjonal referanseverdi ved den verdien som 75% av laboratorienes medianverdi kommer under.

Representative doser er primært et verktøy for å avdekke for høye eller for lave doser for en gitt problemstilling. Hvis dette skulle være tilfelle, må det gjennomføres en analyse av årsaken, og deretter optimalisering.

For barneradiologiske undersøkelser har representative doser vært sårt ønsket, primært fordi barn generelt er mer strålefølsomme og at man derfor bør holde dosene så lave som praktisk mulig. Imidlertid er det flere forhold som gjør det vanskeligere med barn. Dels tas det betydelig færre røntgenundersøkelser på barn. I tillegg kan det være meget store forskjeller i vekt hos barn, sammenlignet med voksne. Typisk kan barns vekt variere mellom 500 gram til >70 kg. For å få sammenlignbare data må barna derfor deles opp i ulike kohorter. I aldersgrupper må aldersspennet være stort nok til at det kommer inn nok data i hver gruppe. Imidlertid vil det normalt også være store vektforskjeller innen hver aldersgruppe. Vektgrupper er noe bedre, men det er samme problem her, at vektspennet i gruppen må være stort nok slik at man får tilfredsstillende statistikk i rimelig tid.

I det nordiske prosjektet som oppsummeres i denne rapporten er det samlet inn data for å lage kurver som er basert på dose og vekt. Disse dose-vektkurvene vil gjøre det lettere for sykehusene å se hvor de ligger i forhold til de etablerte referanseverdiene.

2 Definisjoner og begrepsavklaringer

2.1 Standard undersøkelsesprotokoll

Standard undersøkelsesprotokoll er den protokollen som normalt brukes ved undersøkelse av et gitt organ eller anatomisk område, ved en bestemt klinisk problemstilling, etc. Hva som er standard undersøkelsesprotokoll, kan variere fra pasient til pasient og mellom ulike virksomheter. Standard undersøkelsesprotokoll skal revideres jevnlig slik at protokollene er optimalisert med tanke på dose og bildekvalitet.

2.2 Representativ dose

Representativ dose er definert som virksomhetens egen beregnede doseverdi for et røntgenlaboratorium, basert på medianen av dosemålinger på minimum 20 pasienter for en gitt røntgenundersøkelse ved standard undersøkelsesprotokoll. I dette prosjektet ble det gjort unntak for noen virksomheter, som kun klarte å rapportere dosedata for 10 pasienter. I rapporten brukes det dose-vektkurver for alle undersøkelser, unntatt for CT cerebrum. For CT-undersøkelse av hodet på barn er alder en bedre inndeling.

2.3 Tredje kvartil (75-persentilen)

Tredje kvartil angir den verdi eller kurve som 75% av verdiene ligger på eller kommer under. Tredje kvartil angir også referansedosen og den verdi som man bør ligge under. Dette gjelder dog ikke for en enkelt pasient, men et gjennomsnitt av flere pasienter.

2.4 Andre kvartil

Andre kvartil angir en medianverdi eller kurve, der 50% av laboratoriene ligger på eller under. Andre kvartil angis også som den dosen som det ansees hensiktsmessig å optimalisere en protokoll til, hvis man ligger over.

2.5 Dose-vektkurver

Dose-vektkurver trenger flere data for å etableres. Derfor ble det gjort i et nordisk prosjekt. For sykehusene er det imidlertid en fordel, da de ikke trenger å samle store mengder data for barn i forskjellige vektgrupper, for å deretter sammenligne seg med dose-vektkurvene. Et mindre antall innsamlede doseverdier, fra barn med ulik vekt, vil kunne bekrefte hvordan sykehuset ligger i forhold til dose-vektkurvene.

3 Metode

Prosjektet ble initiert av Nordic Working Group on Medical Applications (NGMA), som er en nordisk arbeidsgruppe i medisinsk strålebruk. De deltakende landene i prosjektet var Danmark, Island, Norge og Sverige. Finland var ikke med fordi de tidligere har samlet inn data for tilsvarende undersøkelser [6, 7].

Aktuelle undersøkelser ble bestemt i samråd med radiografer og radiologer som arbeider med barneradiologi. Det ble identifisert sykehus som ble antatt å ha en høy nok undersøkelsesvolum av barn, til at de kunne sende inn data for minimum 20 pasienter for hver av de aktuelle undersøkelsene for barn mellom null til <16 år. Dette ble senere endret til minimum 10 pasienter. Dataene ble rapportert inn til en webbasert database. Innsamlingen var planlagt å pågå fra 1. mars til 1. september 2018, men ble utvidet til våren 2019 for å få med mer undersøkelsesdata. Barn på prematuravdelinger er ikke med i materialet.

For konvensjonelle undersøkelser ble det samlet inn Dose-areal produkt (DAP) i enheten Gycm^2 og for CT-undersøkelsene ble det samlet inn CTDI_{vol} (mGy) og DLP (mGycm). I tillegg ble det samlet inn vekt og alder for hver pasient. Det ble laget dose-vektkurver for de undersøkelsene der det var nok data. I tillegg ble det også laget referansedoser for ulike vektgrupper. For CT cerebrum ble det laget referanseverdier for aldersgrupper, da dette er mer hensiktsmessig. I dose-vektkurvene er data fra Finland tatt med som sammenligning.

For mer informasjon om diagnostiske referansedoser i pediatri, og problematikk rundt alders- og vektgrupper vises det til referanse 1 og 2. Mer informasjon om metodikk og resultater for prosjektet finnes i referanse 3 og 4.

4 Resultater

4.1 Generelt

Det samlet inn data for fire konvensjonelle undersøkelser og tre CT-undersøkelser fra 31 nordiske sykehus. Totalt ble det samlet inn 2934 røntgenundersøkelser for barn mellom 0 og <16 år. 1722 pasienter var med i beregningen av dose-vekt kurver, da det ble etablert referansedoser for aldersgrupper for CT cerebrum (n=1212). Antallet pasienter for hver undersøkelse varierte fra 121 for CT thorax til 1212 for CT cerebrum, hvilket reflekterer hvor mange sykehus som sendte inn data. For CT thorax og CT cerebrum var det 8 respektive 26 sykehus som sendte inn data. Median alder og vekt var lavest for liggende konvensjonell thorax AP (1 måned respektive 7 kg) og bekken/hofte (6 måneder respektive 10 kg). Høyest median alder og vekt var det for stående thorax (10 år, 32 kg) og CT abdomen (11 år, 38 kg). En oversikt over innsamlet materiale finnes i tabell 1.

Tab. 1 : Oversikt over innsamlede undersøkelser. Type undersøkelse, klinisk indikasjon, antall (#) sykehus som sendte data i de ulike land og antall (#) pasienter fra de ulike land.

Undersøkelse	Klinisk indikasjon	# sykehus (DK, IS, NO,SE)	# pasienter (DK, IS, NO, SE)
Thorax, stående/sittende	Generell	17 (7, 2, 4, 4)	361 (243, 11, 69, 38)
Thorax, liggende	Generell	11 (5, 1, 1, 4)	138 (27, 62, 6, 43)
Abdomen	Oversikt, generell	18 (6, 2, 3, 7)	346 (40, 18, 111, 177)
Pelvis	Skjelett, smerter	15 (7, -, 4, 4)	286 (162, -, 74, 50)
Bekken/hofte	Dysplasi	14 (5, -, 3, 6)	263 (70, -, 57, 136)
CT abdomen	Tumor/inflammasjon, -kontrast	14 (4, -, 5, 5)	207 (30, -, 30, 147)
CT thorax	Tumor, +kontrast	8 (2, -, 4, 2)	121 (19, -, 62, 40)
CT cerebrum	Blødning/infarkt	26 (7, 2, 5, 12)	1212 (264, 6, 204, 738)

4.2 Konvensjonelle undersøkelser

I tillegg til å lage dose-vektkurver ble det etablert referansedoser basert på vektgrupper for konvensjonelle undersøkelser (tabell 2). Det ble ikke laget vektgrupper der det var mindre enn 15 pasienter. Referansedoser for vektgrupper gir et grovt mål og man trenger et stort antall undersøkelser hvis man skal dekke alle undersøkelser og vektgrupper.

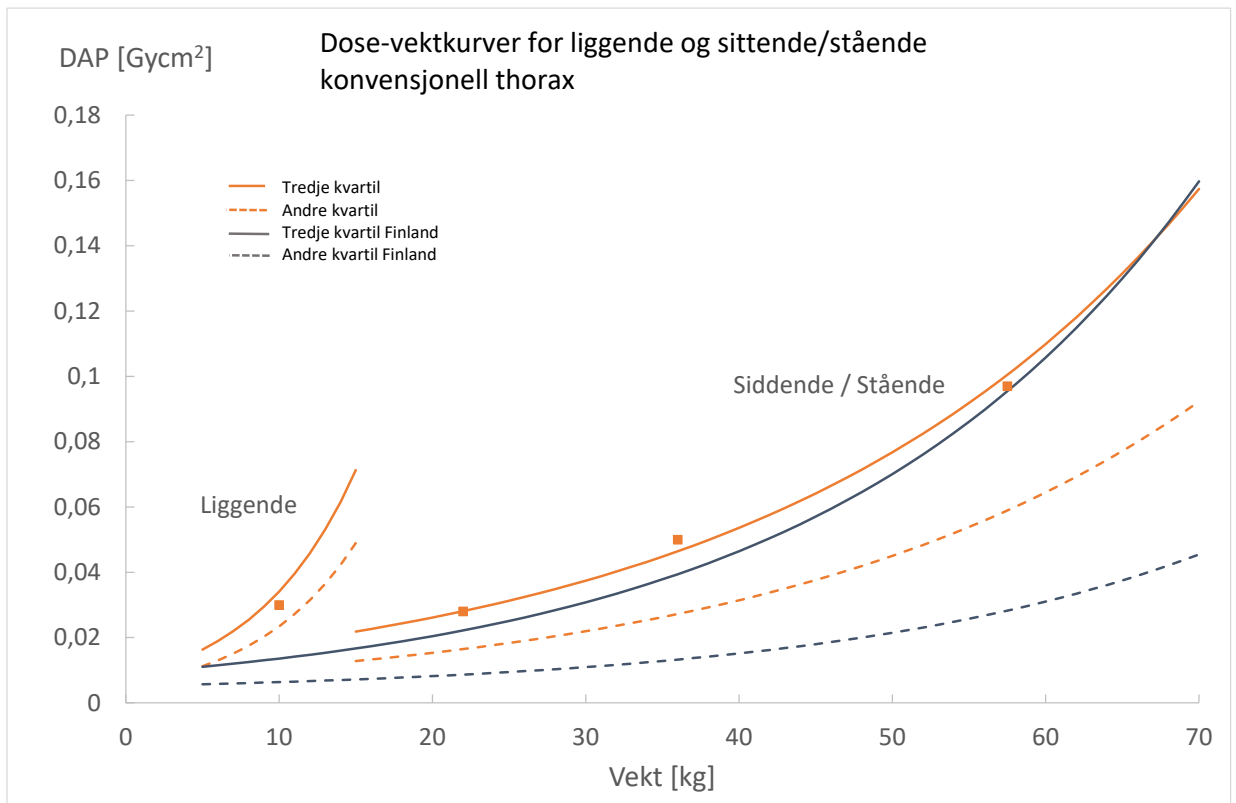
Tabell 2: Oversikt over referansedoser for de etablerte konvensjonelle vektgruppene med tilhørende medianvekt i hver gruppe.

Undersøkelse	Vektgruppe [kg]	Medianvekt [kg]	Referansedose 3. kvartil DAP [Gycm ²]
Thorax liggende AP	<5	3	0,013
	5 - <15	10	0,03
	15 - <30	16	0,55
Thorax stående/sittende	15 - <30	22	0,028
	30 - <50	36	0,05
	50 - <70	57,5	0,097
Abdomen *	5 - <15	10	0,073
	15 - <30	20,9	0,237
	30 - <50	35	0,534
	50 - <70	52	1,54
Bekken	5 - <15	11	0,041
	15 - <30	20	0,13
	30 - <50	39	0,33
	50 - <70	54	0,646
Bekken/hofte	5 - <15	10	0,048
	15 - <30	15,5	0,088

*) Referansedose basert i hovedsak på to bilder.

For konvensjonell røntgen thorax ble det laget to forskjellige dose-vektkurver. Den ene for liggende thorax AP, hvilket er vanlig for de mindre barna (figur 1). Den andre linjen viser dose-vektkurven for stående og sittende bilder. Det var imidlertid litt ulike rutiner på de ulike sykehusene for når man tok stående bilder. Noen hadde en aldersgrense, mens andre tok stående når det ble vurdert at barnet kunne stå selv.

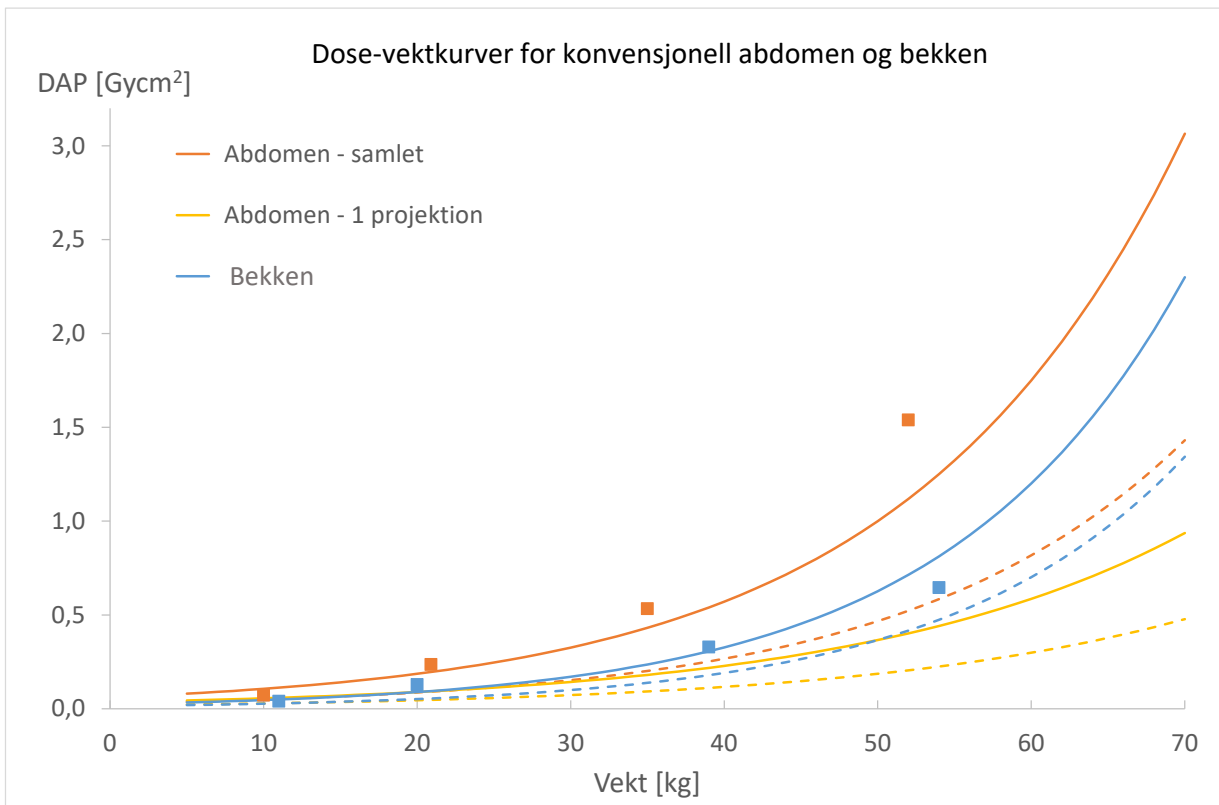
I figuren er det også tatt med Finlands kurve for sammenligning, og i tillegg kurver for 2. kvartil som anses som oppnåelig.



Figur 1: Dose-vektkurver for stående og sittende/liggende thorax (oransje fast linje) sammenlignet med Finland (grå fast linje). DRL for vektgrupper (firkanter) er med for sammenligning. Kurven for oppnåelig dose (2. kvartil) (oransje stiplet) sammenlignet med Finland (grå stiplet).

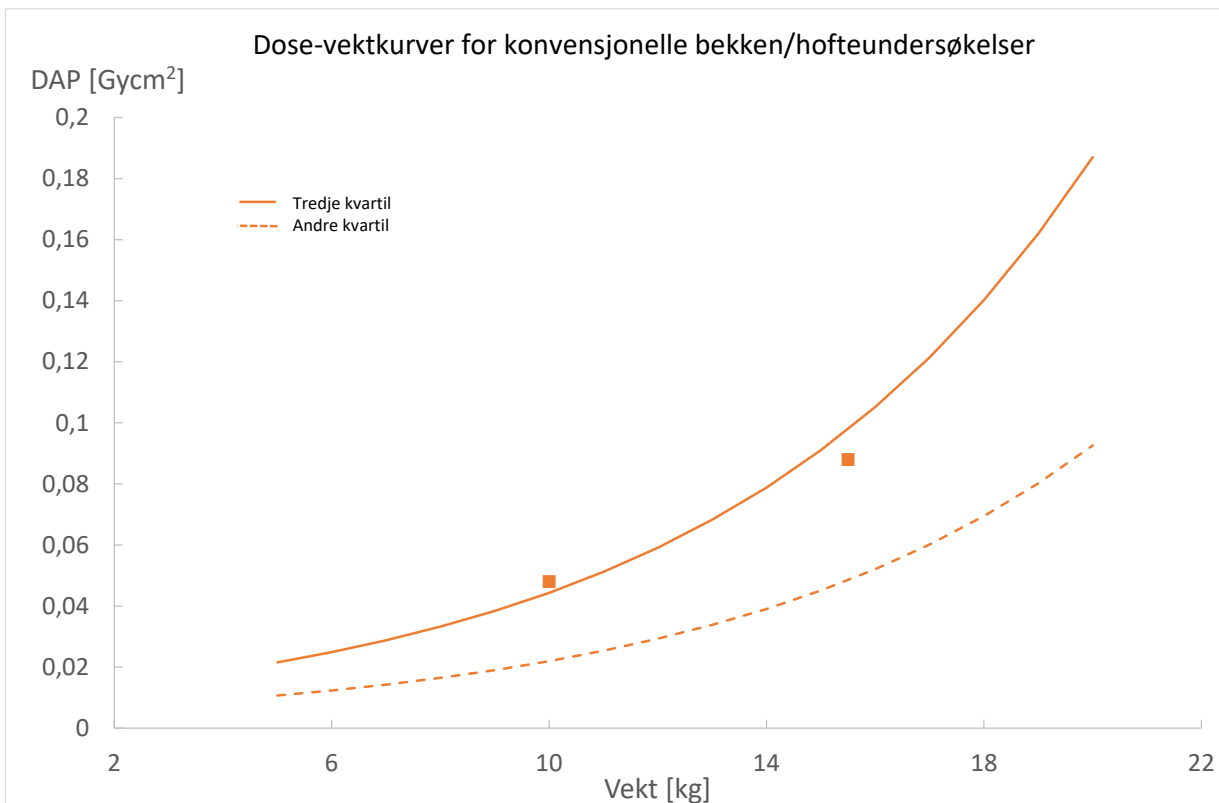
Figur 2 viser dose-vektkurven for abdomen og bekken. For abdomen er det to kurver, en med to bilder som ble tatt og en kurve med én AP-projeksjon. I Sverige var det vanlig med to bilder av abdomen. De heltrukne linjene er referansekurven satt ved 3. kvartil for de ulike undersøkelsene. De stiplede linjene viser 2. kvartil for undersøkelsene, hvilket det anses å være mulig å optimalisere undersøkelsene til. I tillegg er det angitt med firkanter referansedoser for de ulike vektgruppene og undersøkelsene (se tabell 3).

Dose-vektkurver for konvensjonell abdomen (oransje og gul) og pelvis (blå). Fast linje angir 3. kvartil og stiplet linje 2. kvartil, hvilket ansees oppnåelig. Referansedoser for de ulike vektgruppene er angitt med firkanter.



Figur 2: Dose-vektkurver for konvensjonell abdomen (oransje og gul) og pelvis (blå). Fast linje angir 3. kvartil og stiplet linje 2. kvartil, hvilket ansees oppnåelig. Referansedoser for de ulike vektgruppene er angitt med firkanter.

For undersøkelse av bekken/hofte med spørsmål om dysplasi, ble det funnet at sykehus i Norge normalt tok ett bilde, mens Danmark og Sverige normalt tok to bilder.



Figur 3: Dose-vektkurver for konvensjonelle bekken/hofteundersøkelser. Fast linje viser 3. kvartil og stiplet viser 2. kvartil. Firkanter viser referansedoseverdiene for de to vektgruppene.

4.3 CT-undersøkelser

Det ble samlet inn nok data for to CT-undersøkelser for å kunne etablere dose-vektkurver. I tillegg ble det etablert referansedoser for aldersgrupper for CT cerebrum med klinisk spørsmålsstilling om blødning eller infarkt (tabell 3). Aldersgrupper for små barn og CT cerebrum gir et bedre mål enn vektgrupper, siden hodet til små barn er forholdsvis stort i forhold til kroppen. Dette forholdet minsker med økende alder. For CT thorax og abdomen ble det etablert referansedoser for vektgrupper (tabell 4) i tillegg til dose-vektkurver (figur 4-7).

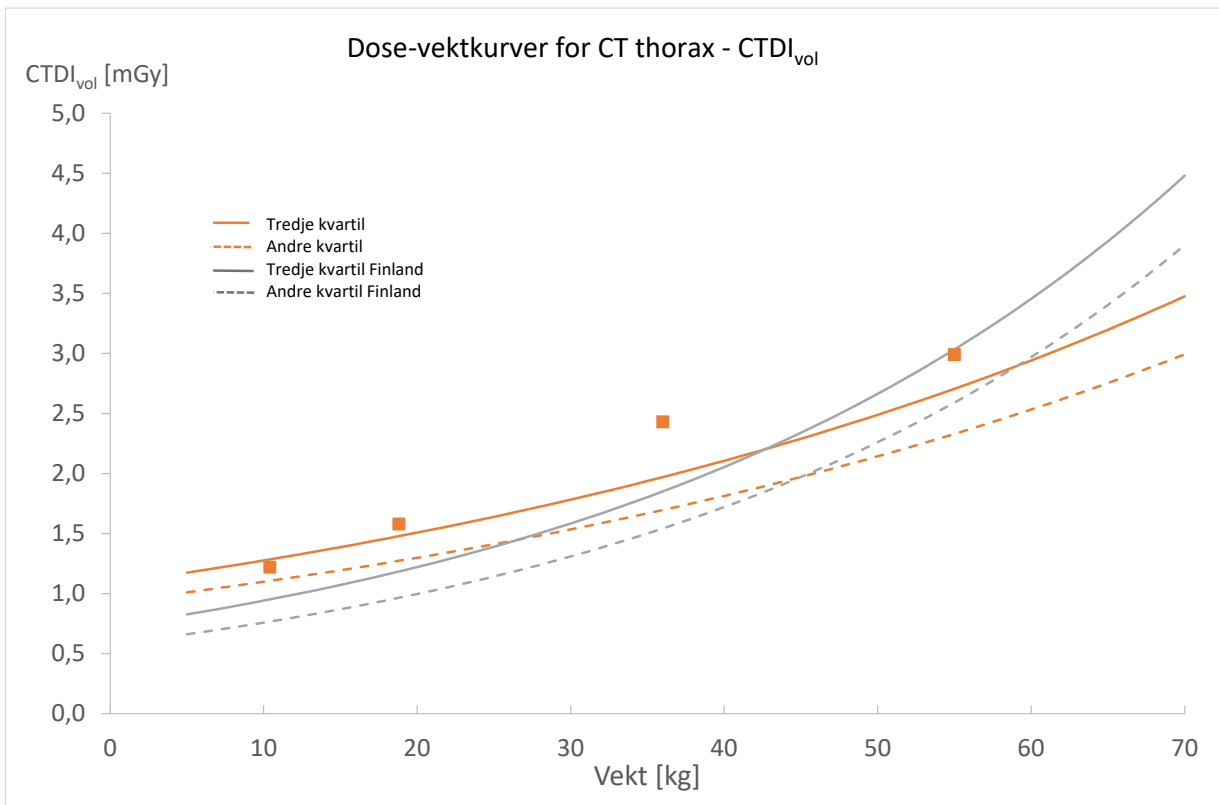
Tab. 3 : Referansedoser for CT cerebrum med klinisk indikasjon for blødning/infarkt, fordelt på aldersgrupper, median alder, CTDI_{vol} og DLP.

Alders- og vektgruppe	Median alder [år]	Referansedose (3. kvartil)	
		CTDI _{vol} [mGy]	DLP [mGycm]
0 - <3 måneder	0,1	28	403
3 måneder - <1 år	0,5	27	398
1 - <6 år	3,6	31	516
>6 år	11,2	39	679

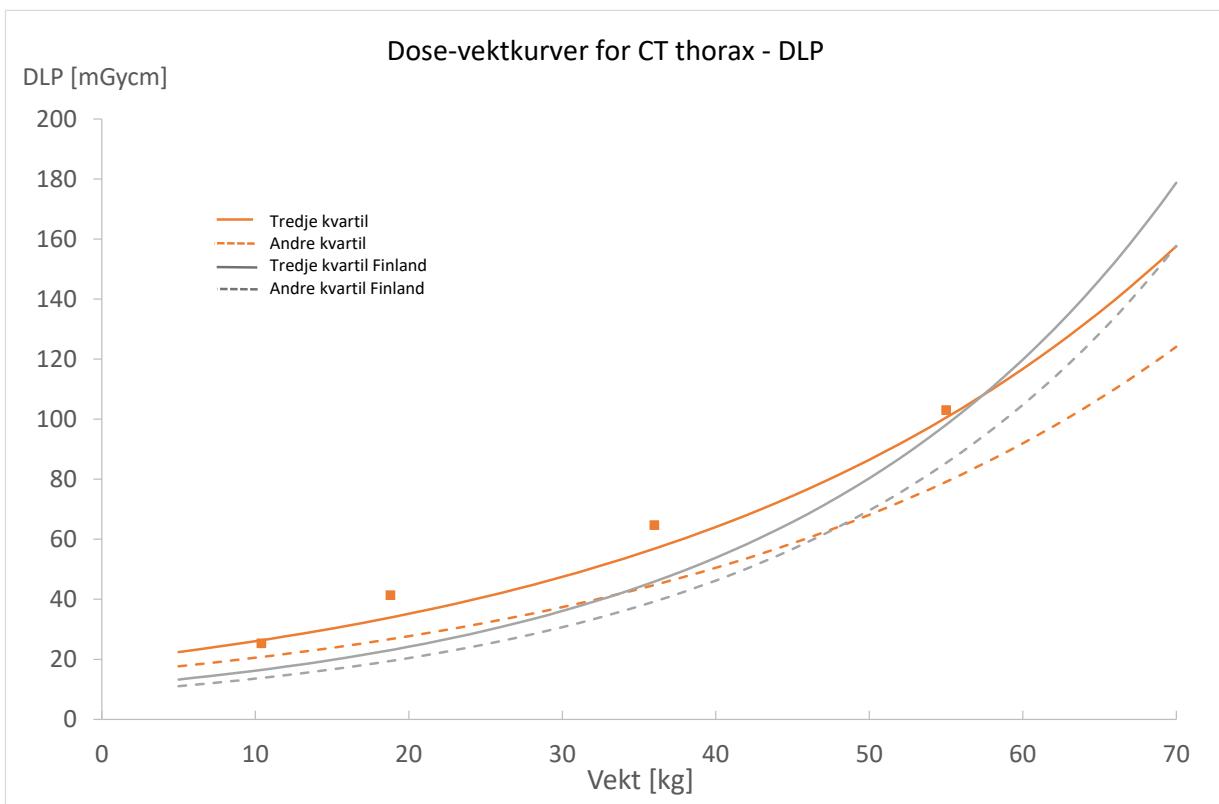
Tabell 4: Referansedoser for dose-lengde produkt (DLP) og CTDI_{vol} (mGy) i vektgrupper for CT thorax og abdomen. Det er også angitt medianvekten for hver enkelt vektgruppe.

Undersøkelse	Vektgruppe [kg]	Medianvekt [kg]	Referansedose 3. kvartil	
			CTDI _{vol} [mGy]	DLP [mGycm]
CT thorax	5-<15	10	1,2	25
	15-<30	19	1,6	41
	30-<50	36	2,4	64
	50-<70	55	3,0	103
CT abdomen	15-<30	24	2,6	92
	30-<50	40	3,4	150
	50-<70	58	5,0	247

Dose-vektkurver for CTDI_{vol} og DLP for CT thorax vises i figur 4 respektive 5. Grå linje viser Finland til sammenligning. De oransje firkantene er doseverdier for de ulike vektgruppene.

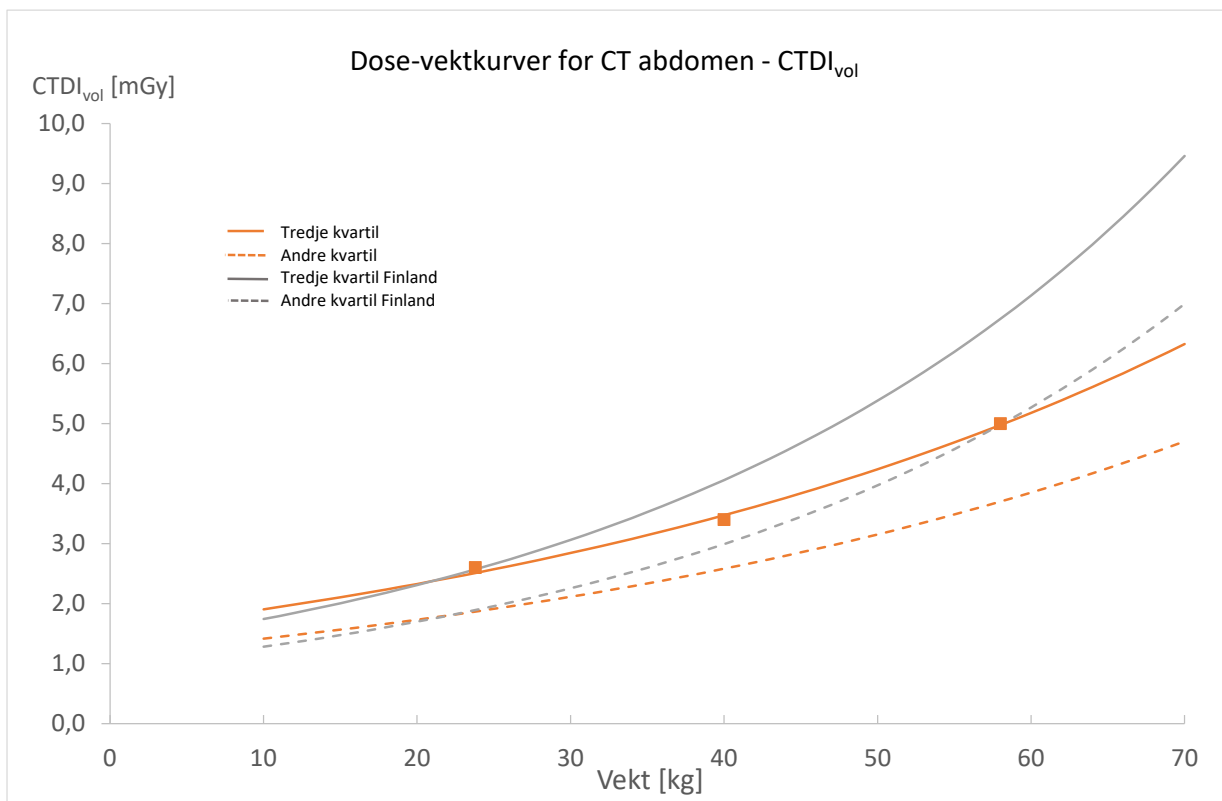


Figur 4: Dose-vektkurver for CT thorax og CTDI_{vol}. Fast linje viser 3. Kvartil og stiptet 2. kvartil. Grå kurver for Finland er tatt med for sammenligning. Doseverdier for de ulike vektgruppene er markert med firkanter.

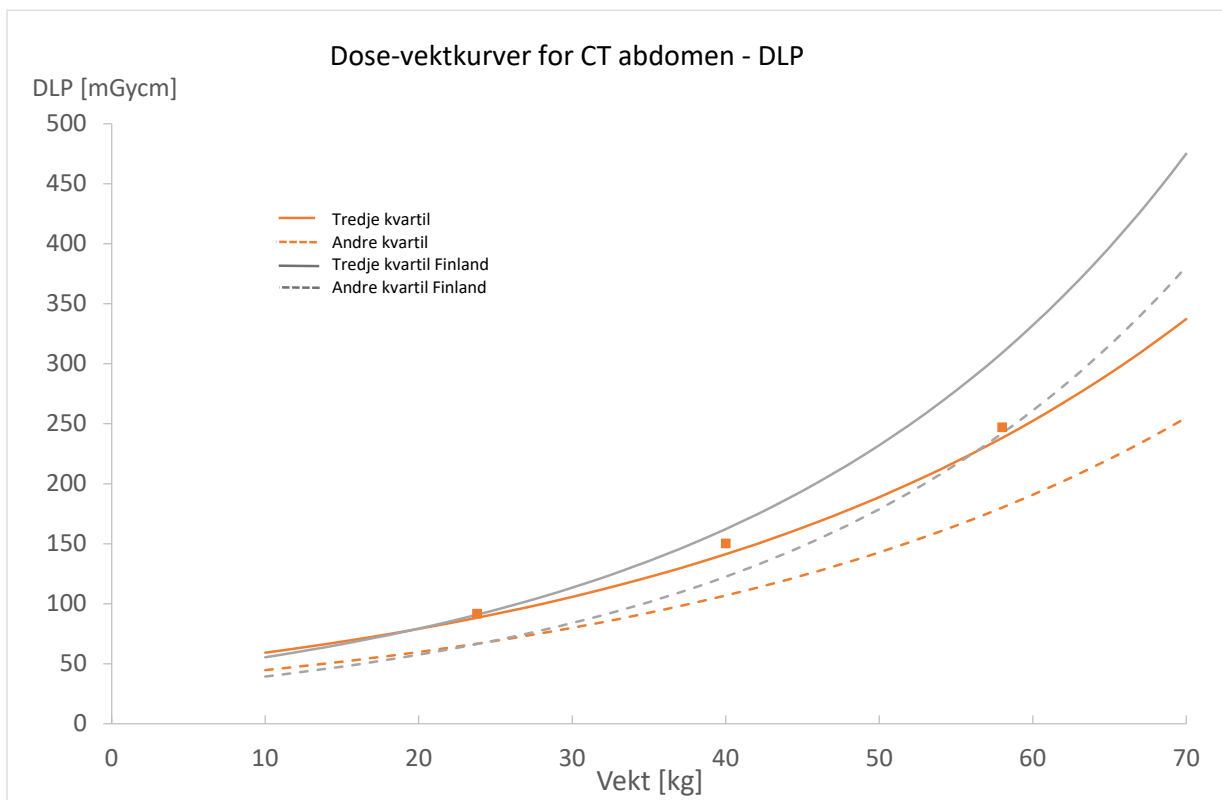


Figur 5: Dose-vektkurver for CT thorax og DLP. Fast linje viser 3. Kvartil og stiptet 2. kvartil. Grå kurver for Finland er tatt med for sammenligning. Doseverdier for de ulike vektgruppene er markert med firkanter.

Dose-vektkurver for $CTDI_{vol}$ og DLP for CT abdomen vises i figur 6 respektive 7. Grå linje viser Finland til sammenligning. De oransje firkantene er doseverdier for de ulike vektgruppene.



Figur 6: Dose-vektkurver for CT abdomen og $CTDI_{vol}$. Fast linje viser 3. kvartil og stiptet 2. kvartil. Grå kurver for Finland er tatt med for sammenligning. Doseverdier for de ulike vektgruppene er markert med firkanter.



Figur 7: Dose-vektkurver for CT abdomen og DLP. Fast linje viser 3. kvartil og stiptet 2. kvartil. Grå kurver for Finland er tatt med for sammenligning. Doseverdier for de ulike vektgruppene er markert med firkanter.

5 Diskusjon

Det er utfordrende å etablere referansedoser for barn i røntgendiagnostikk og intervensjon. Et av problemene er at barn er en nokså liten del av de pasienter som undersøkes på radiologiske avdelinger og institutter, og det kan derfor være vanskelig å få nok data. I tillegg kan det være store vektforskjeller mellom barn. Vekten på barn kan f.eks. variere et sted mellom 500 gram og >70 kg, hvilket er en forskjell på 140 ganger. For voksne kan forskjellen være opp til ca. fire ganger.

Ved bruk av automatisk eksponeringskontroll vil tykkelsen (vekten) være avgjørende for den stråledosen som blir gitt. I konvensjonell radiografi er halvverdilaget ca. 3 cm, hvilket betyr at stråledosen dobles for hver tredje cm pasienten blir tykkere. Skal referansedoser derfor gi en mening, bør det være mest mulig sammenlignbare data.

Det er flere alternativer for å gruppere barn slik at stråledosene blir sammenlignbare. Aldersgrupper er en mulighet, f.eks. 0-5 år. Dette vil imidlertid gi en meget stor forskjell i vekt internt i gruppen. Vekten vil også variere betydelig mellom barn som er like gamle. Dessuten må det være et gitt aldersspenn i gruppen, for at en avdeling skal kunne samle inn data for 20 pasienter innen rimelig tid.

Et annet alternativ er å gruppere etter vekt. Dette er et bedre alternativ, siden stråledosen som gis er mere avhengig av vekt enn alder. Vektgruppene må imidlertid være store nok til at det er mulig å samle inn 20 pasienter innen rimelig tid. For et lite sykehus vil det være svært vanskelig å samle inn nok data i overkommelig tid.

Det er også mulig å lage dose-vektkurver, hvilket var målet med dette prosjektet. Dette krever imidlertid mere data, hvilket også er bakgrunnen for at dette ble gjennomført som et felles nordisk prosjekt. Fordelen når dose-vektkurvene først er etablert, er at det er lettere for avdelingene å se hvordan de ligger an i forhold til de etablerte kurvene. Det er nok å samle inn et mindre antall pasienter med ulik vekt, og deretter plote dem inn i dose-vektkurven for sammenligning. Når undersøkelsesfrekvensen er lav, kan tiden for å samle inn nok data til å etablere typiske verdier for en eller flere vektgrupper være urimelig lang. Kurven gir mulighet til å sammenligne dosenivåene raskere og med færre datapunkter. Ved sammenligning med vektkurven bør man se om majoriteten av punktene er over eller under referansekurven.

For å underlette sammenligningen lokalt, er det laget Excel-ark for konvensjonell røntgen respektive CT-undersøkelser (Sundhetsstyrelsen, Strålebeskyttelse, 2022). Disse vil gjøre det enkelt for virksomheten å se hvordan de ligger an i forhold til de angitte dose-vektkurvene.

[Excel-filene kan lastes ned her.](#)

Vi ønsker å takke alle som var med og bidro med innsamling av pasientdoser i prosjektet.

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet tar gjerne imot kommentarer til rapporten og hvilke erfaringer som er gjort i klinikken.

Referanser

1. ICRP, 2017. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46(1). <https://www.icrp.org/publication.asp?id=icrp%20publication%20135> (09.09.2022)
2. European guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging. Radiation Protection 185. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2018. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2018-09/rp_185_0.pdf (09.09.2022)
3. Almén Anja, Guðjónsdóttir Jónína, Heimland Nils, Højgaard Britta, Waltenburg Hanne, Widmark Anders. Paediatric diagnostic reference levels for common radiological examinations using the European guidelines. British Journal of Radiology 2021; 94: 20210700. <https://doi.org/10.1259/bjr.20210700> (09.09.2022)
4. Almén Anja, Guðjónsdóttir Jónína, Heimland Nils, Højgaard Britta, Waltenburg Hanne, Widmark Anders. Establishing paediatric diagnostic reference levels using reference curves – A feasibility study including conventional and CT examinations. Physica Medica, Vol. 87, 2021; 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.05.035>. (09.09.2022)
5. Reference levels for the patient's radiation exposure for paediatric CT scans. Radiation Safety Regulation. Radiation and Nuclear Safety Authority, 2015. https://www.stuk.fi/documents/88234/1106801/Decision_9_3020_2015_Reference_levels_for_the_patients_radiation_exposure_for_paediatric_CT_scans_25_5_2015.pdf/5a6b82d4-c2f5-4abd-ac36-5828afc21a19 (14.09.2022)
6. Reference levels for the patient's radiation exposure for conventional paediatric X-ray examinations. Radiation Safety Regulation. Radiation and Nuclear Safety Authority, 2018. <https://www.stuk.fi/documents/88234/1106801/Decision-6-3020-2018-Reference-levels-conventional-paediatric-X-ray-3020-2018-Reference-levels-conventional-paediatric-X-ray-examinations+.pdf/af94fe08-1238-c966-2d30-df6b17d5f08d> (14.09.2022)

- 1 DSA Report 01-2022
Ukrainian Regulatory Threat
Assessment 2021
- 2 DSA-rapport 02-2022
Stråledoser til reindriftsutøvere i Midt-
Norge etter Tsjernobyl-ulykken
- 3 DSA-rapport 03-2022
Radon i nye boliger
Kartlegging i 2008 og 2020 i sju
radonutsatte kommuner
- 4 DSA-rapport 04-2022
Overvaking av radioaktivitet i
omgivnadane 2021
- 5 DSA Report 05-2022
ICRER pre-conference
online event
- 6 DSA-rapport 06-2022
Referansedoser og dose-vekt kurver
ved pediatriske røntgenundersøkelser:
Resultater fra et nordisk prosjekt