

Käyttöohje

Kata DGM-1500 Turva säteilymittari



Säteilymittari henkilökohtaisen säteilyaltistuksen operatiiviseen seurantaan

Turvallisuus on yksi tärkeimmistä perustarpeistamme, siihen kuuluu myös säteilyturvallisuus. Teknistyvä yhteiskuntamme sekä säteilyn yleistynyt käyttö sähköntuotannossa ja teollisuudessa, on luonut tarpeita turvallisuusvälineiden kehittämiseksi myös tälle sektorille. Kata DGM-1500 Turva on suunniteltu parantamaan turvallisuuttamme niin työpaikoilla kuin asuinympäristössämmekin, yhtä hyvin normaalielämässä kuin poikkeusoloissa.

Kata DGM-1500 Turvan suunnittelussa on huomioitu viranomaisten vaatimukset ja suositukset, sekä hyödynnetty valmistajan pitkäaikainen kokemus monipuolisista säteilymittauksista käytännönoolosuhteissa.

Kata DGM-1500 Turva on henkilökohtainen suojeluväline, jonka viranomaiset ovat määrittäneet soveltuvaksi henkilökohtaisen säteilyaltistuksen operatiiviseen seurantaan. Kata DGM-1500 Turvan avulla voidaan havaita liiallisen säteilyannoksen kertyminen niin työpaikoilla kuin kotonakin. Poikkeuksellisen monenlainen säteilyaltistus pystytään havainnoimaan yhdellä mittarilla luotettavasti. Käyttäjiä löytyy kaikilta elämän aloilta viranomaisista yksityisiin kansalaisiin saakka. DGM-1500 Turva on suomalainen tuote joka on suunniteltu toimimaan vaativissa suomalaisissa olosuhteissa.

Kata-Electronics Oy

Tehtaantie 8
80400 Ylämylly
FINLAND



Puh. 013 631 971
Fax. 013 631 474

Email: kata@kata.fi
Web: www.kata.fi

1	Kata DGM-1500 Turva säteilymittari, ohjelmaversio 9.30.....	3
2	LISÄVARUSTEET.....	3
3	KYTKINTOIMINNOT.....	4
	3.1 Perustoiminnot.....	4
	3.1.1 Automaattinen annosnopeus- ja annosmittaus.....	4
	3.2 Lisätoiminnot.....	5
	3.2.1 Mittaustavan valinta.....	5
	3.2.2 Pikamittaus.....	5
	3.2.3 Tarkkuusmittaus.....	5
	3.2.4 Hälytysrajojen asetus.....	5
4	MERKKIÄÄNET.....	6
5	ERIKOISNÄYTÖT.....	7
6	MITTARIN KÄYTTÖ.....	8
	6.1 Yleistä.....	8
	6.2 Ympäristömittaukset.....	8
	6.3 Annosmittaus.....	9
	6.4 Jatkuva taustasäteilyn mittaus.....	10
	6.5 Elintarvikkeiden gammamittaus.....	10
	6.6 Veden radonmittaus.....	12
7	SÄTEILYN YKSIKÖITÄ.....	13
8	SÄTEILYN ANNOSNOPEUS- JA ANNOSRAJAT SEKÄ VAIKUTUKSET.....	14
	8.1 Annosnopeus.....	14
	8.2 Annos.....	14
	8.3 Elintarvikkeet.....	14
	8.4 Säteilyn vaikutukset.....	14
9	TESTIT/HYVÄKSYNNÄT.....	15
10	KALIBROINTI.....	16
11	TEKNIikka.....	17

1 Kata DGM-1500 Turva säteilymittari, ohjelmaversio 9.30



2 LISÄVARUSTEET

Verkkolaite 9 V/2.5 W, 3,5 mm DIN-pistokkeella
 Seinäkiinnike ja ruuvit
 Kantohihna nahkaa
 Kantolaukku nahkaa, läpinäkyvällä ikkunalla

3 KYTKINTOIMINNOT

3.1 Perustoiminnot

3.1.1 Automaattinen annosnopeus- ja annosmittaus

Virta päälle: ON -näppäimellä kytketään mittari toimintaan. Aluksi mittari suorittaa sisäisen toimintansa tarkastuksen, jonka jälkeen mittari alkaa mitata automaattisesti sekä säteilyn annosnopeutta (säteilyn voimakkuutta) että kertyvää säteilyannosta. Luotettava mittaustulos saadaan normaalilla taustasäteilytasolla (n. 0.04-0.2 mikroSv/h) noin 3 minuutissa. Säteilytason kohotessa nopeutuu mittarin mittaustoiminto ja luotettava tulos saadaan nopeammin, esim. 100 mikroSv/h:ssa noin 5 sekunnissa. Automaattimittauksen mittausalue on 0.07 ... 100 00 mikrosievertiä tunnissa (lyhennetään mikroSv/h tai $\mu\text{Sv/h}$). Mittaustuloksen ylittäessä 9999 mikroSv/h ilmoitetaan tulos tuhansina, pyöristettynä lähimpään tuhatlukuun. Näyttöön ilmestyy kyseinen tuhatluku ja E3 (= eksponentti 3). Esimerkiksi 55 452 mikroSv/h ilmaistaan näin: 55E3. Mittaustulos on aina mikrosievertiä tunnissa (mikroSv/h).

Annos: Säteilyannos kertyy annosrekisteriin aina kun mittari on toiminnassa. Kertynyt säteilyannos saadaan näyttöön painamalla ANNOS -painiketta. Annosrekisterin mittausalue on 0.001 ... 1000 millisievertiä (pienin näyttämä on 1 mikroSv). Annosrekisterin lukema on aina millisievertiä (milliSv). 1000 μSv = 1 mSv. Annos ei häviä vaikka mittari sammutetaan.

Ääni: Säteilyn voimakkuutta ilmoittava merkkiääni, sekä näppäinäänet, kytkeytyvät päälle/pois tällä painikkeella. (Mittarin saa toimimaan täysin hiljaisesti)

Valo: Näytön taustavalo saadaan syttymään tällä painikkeella. Valo palaa kertapainalluksella 5s.

Annosrekisterin nollaus: Kytke virta pois. Annosrekisteri saadaan sen jälkeen nollattua pitämällä 0-painiketta pohjassa kun mittariin kytketään virta.

Virta pois: OFF -näppäimellä kytkettäessä mittari pois toiminnasta, jolloin tallentuu annosrekisterin sisältö sekä kaikki asetukset pysyväismuistiin. Tiedot pysyvät muistissa useita vuosia vaikka paristo on poistettu mittarista.

3.2 Lisätoiminnot

3.2.1 Mittaustavan valinta

Automaattimittauksen lisäksi käyttäjällä on valittavissa mittaustarpeen mukaan kaksi käyttäjän valittavissa olevaa mittaustoimintoa. Painamalla 0-painiketta yhtäjaksoisesti vähintään kolme sekuntia askeletaan mittaustavasta toiseen (pikamittaus-tarkkuusmittaus-automaattimittaus). Auto-tunnus ilmaisee että ollaan automaattimittauksessa. Hetkellinen virrankatkaisu missä toiminnassa tahansa asettaa mittarin automaattimittaukseen.

3.2.2 Pikamittaus

Painamalla 0 -painiketta FAST -tunnus näytössä ilmaisee, että ollaan ns. pikamittauksen kohdalla. Mittausjakso on tällöin kiinteästi 1.25 s. Tämä mahdollistaa esim. nopean säteilylähteiden paikannuksen. Tämä mittaustapa ei sovellu alhaisen taustasäteilyn mittaukseen.

3.2.3 Tarkkuusmittaus

Painamalla 0 -painiketta h-kirjain näytössä ilmaisee, että käyttöön on valittu integroiva tarkkuusmittaus. Näyttö ilmoittaa annosnopeuden mikroSv/h. Tunnin kulumisen huomataan h-kirjaimen vaihtumisella (h/H) tunnin välein. Integrointi jatkuu kolmeen tuntiin saakka. Tämä on tarkin mittaustapa ja se soveltuu erityisen alhaisen säteilytason mittaukseen. Tässä toiminnossa aktivoituu myös radonmittausautomaatiikka r -10 Radon-Box 10 -lisälaitteelle. Mitta-alue on 0.01...9.99 mikroSv/h. Jos annosnopeus hetkellisestikin ylittää tarkkuusmittauksen alueen, siirtyy mittari välittömästi automaattimittaukseen. Tarkkuusmittaus on rajoitettu alhaisille annosnopeuksille, jotta myös tässä mittaustavassa täytetään vaatimus nopeasta mittarin reagoimisesta annosnopeuden kasvaessa.

3.2.4 Hälytysrajojen asetus

Käyttäjä voi asettaa hälytysrajan sekä säteilyn voimakkuudelle (annos-nopeus) että kertyvälle säteilyannokselle (annos). Jos säteilyn voimakkuuden- tai annoksen raja saavutetaan, mittari hälyttää äänimerkillä. Säteilytason ylitys käynnistää tasaisesti toistuvan kaksoispiippauksen. Annosrajan ylitys käynnistää tasaisesti toistuvan, harvemman ykköspiippauksen. Hälytysrajojen asetustilaan päästään painamalla samanaikaisesti ÄÄNI- ja VALO- painikkeita. O -painikkeella valitaan, kumpi hälytysraja asetetaan. Nolla näytössä tarkoittaa annosnopeus-hälytyksen asetusmahdollisuutta ja ykkönen tarkoittaa annoshälytyksen asetusmahdollisuutta. Hälytysrajoja muutetaan ANNOS ja ÄÄNI -painikkeilla. Aluksi lukema askeltaa hitaasti, mutta askellusnopeus kasvaa, kun näppäintä pidetään pohjassa. Kun molemmat rajat on asetettu, kuitataan asetukset painamalla samanaikaisesti 0 - ja VALO -painikkeita.

4 MERKKIÄÄNET

Mittarissa on kuusi eri merkkiääntä.

	merkkiääni	kesto
1. Liian alhainen paristojännite	-- -- -- -- -- -- -- -- -- --	yht. 5 s (mittari sammuu)
2. Mitta-alueen ylitys	____ ____ ____ ____ ____ ...	jatkuva
3. Annosnopeuden hälytysraja	-- -- -- ...	jatkuva
4. Annoksen hälytysraja	____ ____ ____ ...	jatkuva
5. Näppäinpainalluksen merkkiääni	-	yksi ääni
6. Säteilypulssin merkkiääni	-	yksi ääni

Merkkiäänet on annettu tärkeysjärjestyksessä. Vain yksi ääni voi olla kerrallaan päällä.

Äänisekvenssit ovat seuraavat:

- ääni
- tauko
- ... jakso toistuu

5 ERIKOISNÄYTÖT

- : Alijännitevaroitus Paristojännitteen laskiessa liian alas syttyy näyttöön kaksoispiste. Paristo on syytä vaihtaa mahdollisimman pian, koska käyttöaika on jäljellä korkeintaan 8 tuntia. Paristojännitteen edelleen laskiessa annetaan 5 s mittainen hälytysääni ja mittari katkaisee itse virtansa. Virran katkaisun tarkoituksena on turvata tietojen säilyminen muistissa, sekä estää NiCd-akkujen syväpurkaus, jos sellaisia käytetään.

OFL Annosnopeuden ylittäessä mittarin mitta-alueen tulee näyttöön alueen ylitystä tarkoittava teksti ja samanaikaisesti kuuluu alueen ylityksen hälytysääni.

xxE3 Annosnopeuden ylittäessä 9999 $\mu\text{Sv/h}$ näytetään annosnopeus eksponenttimuodossa tuhansina, esim. 55000 $\mu\text{Sv/h}$ näytetään muodossa 55E3.

Auto Katso kappaleesta mittaustavan valinta.

Fast Katso kappaleesta pikamittaus.

h/H Katso kappaleesta tarkkuusmittaus.

Erilaisten häiriötilanteiden ilmaisemiseksi laite suorittaa itsediagnostiikkaa. Jos häiriö havaitaan, siitä ilmoitetaan virheilmoitusnäytöllä. Kaikki muut virheilmoitukset voidaan kuitata painamalla jotain toimintanäppäintä, paitsi Er1, joka on näytössä koko ajan, kunnes vika on korjattu. Virheilmoitusnäyttö muodostuu kirjaimista Er ja numero:

Er 1 Virheilmoitus Er 1 tarkoittaa, että mittari on toimintakyvytön ja se on toimitettava huoltoon välittömästi.

Er 10 Virheilmoitus Er 10 tarkoittaa, että kalibrointikertoimet on kadotettu, jolloin mittari on ottanut käyttöönsä sisäiset, keskimääräiset asetusarvonsa. Häiriö ei estä laitteen käyttöä, mutta se saattaa vaikuttaa mittaustuloksen tarkkuuteen. Tämä ilmoitus tulee näyttöön aina kytkettäessä virta päälle, kunnes mittari on huollettu. Mittari on toimitettava huoltoon mahdollisimman pian.

Er 11 Virheilmoitus Er 11 tarkoittaa, että annosrekisterin sisältö on kadotettu. Käyttäjän on syytä tarkistaa annosrekisterin tieto ja nollata se tarvittaessa. Tämä ilmoitus ei edellytä laitteen huoltamista, mikäli virhe ei uusiudu.

Er 12 Virheilmoitus Er 12 tarkoittaa, että käyttäjän ohjelmoimat hälytysrajat ovat muuttuneet ja hälytysrajat on ohjelmoitava uudelleen. Tämä ilmoitus ei edellytä laitteen huoltamista, mikäli virhe ei uusiudu.

6. MITTARIN KÄYTTÖ

6.1 Yleistä

Kata DGM-1500 Turva on monipuolinen henkilökohtainen Turvaväline gamma- ja röntgensäteilyn annosnopeuden ja annokseen mittaukseen. Laajan mitta-alueensa ansiosta se soveltuu moneen erilaiseen säteilytilanteeseen. Se on myös lisälaitteen avulla huoneilman radonmittari.

Kata DGM-1500 Turvan toiminnot on jaettu kahteen tasoon. Perustoiminnassa se on helppokäyttöinen, automaattisesti annosnopeutta (säteilyn voimakkuutta) mittaava ja annosta keräävä säteilymittari. Tarvitaan ainoastaan yksi virtakytkimen painallus ja mittari on täysin toimintakunnossa. Tämän lisäksi mittarissa on lisätoimintoina pikamittaus (FAST) ja tarkkuusmittaus (h), jotka mahdollistavat mittarin käytön erikoismittauksiin. Lisäksi mittariin voidaan ohjelmoida erikseen hälytysrajat sekä kertynyttä annosta, että säteilyn voimakkuutta varten. Rajojen ylityksestä saadaan äänihälytys.

Kata DGM-1500 Turvan henkilökohtaisia käyttökohteita ovat mm. työsuojelukäyttö (teollisuus, röntgen), viranomaiskäyttö (valvonta, tiedustelu ja tarkastuskäyttö), väestönsuojeluorganisaatiokäyttö (muodostelmat, johtokeskukset), omatoiminen suojelukäyttö (ydinvoimalat, teollisuus, liikeyritykset, virastot, laitokset, lentokentät, talosuojelu) sekä käyttö radon- ja elintarvikemittauksiin.

6.2 Ympäristömittaukset

DGM-1500 Turva soveltuu erinomaisesti ympäristön säteilytason kartoitukseen, koska se toimii paristolla ja pienen kokonsa ansiosta se on helppo pitää mukana vaikka matkustettaessa. Siitä saa näppäinäännet vaimennettua, joten mittarin hiljainen käsitteleminen on mahdollista. Säteileviä paikkoja etsimisessä käytetään ääntä ja pikamittausta (FAST). Etsintä tapahtuu ”polttaa” leikin periaatteilla: mitä lähempänä säteilylähdettä ollaan, sitä suurempi lukema saadaan.

Taustasäteilytason mittaukset on tehtävä pidemmällä mittausjaksolla.

Radioaktiivinen laskeuma muodostaa ympäristöömme säteileviä paikkoja. Huomiota kannattaa kiinnittää mm. ilmastointisuodattimiin, liesituulettimiin, joissa on suodin, katoilta tulevien vesirännien juurelle, autojen lokasuojiin ja ilmanpuhdistimiin ym. paikkoihin, joihin pöly tai sadevesi voi kerääntyä. Radon-Box 10 -lisälaitteen avulla pystytään kartoittamaan myös asuin- ja työympäristön radonpitoisuus.

6.3 Annosmittaus

Kata DGM-1500 Turva mittaa hetkellisen annosnopeuden sekä kertyvän annoksen samanaikaisesti. Aina kun mittari on toiminnassa, annosrekisteriin kertyy säteilyannosta. Painamalla ANNOS -painiketta, saadaan kertynyt säteilyannos näyttöön.

Esimerkki: Oleskeltaessa 8 mikroSv/h annosnopeudessa 24 tuntia, annosrekisteriin kertyy 0,192 milliSv säteilyannos. Annosrekisterin sisältö tallentuu pysyvämuistiin, kun mittari kytketään pois päältä, joten kertynyt annos saadaan ajalta, jonka mittari on ollut yhteensä toiminnassa. Annoksen voi nollata haluttaessa (katso kohta perustoiminnot).

6.4 Jatkuva taustasäteilyn mittaus

Kata DGM-1500 Turva säteilymittarissa on verkkolaiteliitin vakiona, jolloin lisävarusteena saatavan verkkolaitteen avulla sitä voidaan käyttää jatkuvatoimisena valvontamittarina. Seinäkiinnikkeen avulla se voidaan kiinnittää näkyvälle paikalle seinälle, jolloin tarkka taustasäteilyn määrä on joka hetki nähtävissä. Voit myös asettaa hälytysrajan, jolloin säteilytason kohoaminen yli asetetun rajan on myös kuultavissa äänihälytyksenä. Katso kohta hälytysrajojen asetus.

Paikallisesti taustasäteilyn määrä on melko vakaa, mutta paikkakuntakohtaiset erot ovat huomattavia. Taustasäteily Suomessa vaihtelee välillä 0.04...0.20 mikroSv/h. Alhaisin (0.04 μ Sv/h) säteilytaso saavutetaan järvellä tai merellä, jolloin vesi vaimentaa maasta tulevan säteilyn ja lähes ainoaksi vaikuttajaksi jää avaruussäteily. Avaruudesta tulevan säteilyn osuus taustasäteilystä on n. 0.035 mikroSv/h maanpinnan tasolla.

Viralliset taustasäteilyn mittaukset tehdään 1 m:n korkeudella maanpinnasta, suhteellisen avaralla paikalla.



6.5 Elintarvikkeiden gammamittaus

Kata DGM-1500 Turva säteilymittarin tarkkuusmittaustoiminnolla pystytään mittaamaan myös erittäin pienet annosnopeudet. Tämä laajentaa mittarin käyttöaluetta huomattavasti.

Ydinonnettomuuden sattuessa radioaktiiviset aineet saattavat kulkeutua tuhansien kilometrien päähän. Radioaktiivinen pöly laskeutuu maahan mm. sateiden mukana muodostaen epätasaisen säteilykentän. Ajan kuluessa radionuklidit joutuvat luonnon kiertokulkuun, josta ne kasvien ja eläinten kautta tulevat myös meidän ruokapöytiimme. Ydinonnettomuudessa vapautuu suuri määrä radioaktiivisia aineita. Mittaamalla ruokatarvikkeet ennen käyttöä, voidaan niistä tunnistaa liiallinen gammasäteily ja tarvittaessa ne voidaan puhdistaa. Jos käytettävissä on puhdasta vettä, esim. Cesium-137 on puhdistettavissa liottamalla elintarvike vedessä. Cesium liukenee veteen, joten mm. suikaloitu liha puhdistuu. Mittaamalla voidaan tarkistaa milloin elintarvike on riittävästi puhdistunut. Tarvittaessa vaihdetaan vettä ja liotusta jatketaan.

On huomioitava että viranomaiset voivat asettaa elintarvikkeiden syöntirajoituksia tilanteissa, joissa ei ole vielä tarvetta suojautua ulkoiselta säteilyltä.

Radioaktiivisuus häviää ainoastaan kyseessä olevalle radionuklidille tyypillisellä puoliintumisajalla. Esim. Cs-137:llä on puoliintumisaika 30 vuotta. Tällöin sen aktiivisuus on pienentynyt puoleen. Cs-137 on vesiliukoinen, joten ns. biologinen puoliintumisaika on usein varsin lyhyt. Se tarkoittaa sitä, että suurin osa Cesiumista poistuu esimerkiksi eläimistä muutamassa viikossa, jos niille syötetään puhdasta ravintoa. Sama pätee myös meihin ihmisiin.



Elintarvikkeiden gammamittaus ja veden radonmittaus

Tarvittavat välineet

- Kata DGM-1500 Turva säteilymittari
- kahden litran minigrip -pusseja
- pöytä (seinän viereen)
- liukeste (mittarin alle)
- teippiä

Esivalmistelut

Pöytä seinän viereen (ei kivi- tai tiiliseinän viereen). Kata DGM-1500 Turva asetetaan nojaamaan seinää vasten. Sopiva liukeste mittarin alle (vaahtomuovi, kumi, styroksi, ym.) katso. kuva s. 10.

Taustasäteily

Ensiksi suoritetaan tarkka taustasäteilyn mittaus. Mittaus suoritetaan 1:n, 2:n tai 3:n tunnin mittausjaksolla. Paina O-näppäintä, kunnes näytön vasempaan reunaan tulee h-kirjain, (katso kohta tarkkuusmittaus). Nyt integroiva mittausjakso on alkanut. Näyttöön alkaa tarkentua taustasäteilyn arvo. Tarkimmillaan se on 3:n tunnin kuluttua, mutta mittauksia voi tehdä myös väliarvoilla 1:n tunnin ja 2:n tunnin jälkeen. Näytön vasemmassa reunassa vaihtuu h/H aina tunnin välein. Kirjoita tulos muistiin, esim. 0.15 $\mu\text{Sv/h}$.

Ainemittaus

Mitattavaa ainetta otetaan tasan yksi litra tai yksi kg. Se voi olla esim. maitoa, vettä, lihaa, kalaa, sieniä yms. Aine laitetaan kahden litran minigrip -pussiin ja varmuuden vuoksi toinen pussi päälle. Tyhjältä pussin osalta puristetaan ilma pois ja pussit suljetaan huolella. Pussit kiinnitetään teipillä yläreunastaan seinään mittarin yläpuolelle siten, että mittarin yläosa työntyy pussin pohjasta sisään. Mittariin on merkattu ilmaisimen keskikohta, sekä etäisyys etupäädystä, pienillä pisteillä. Ilmaisim tulisi saattaa mahdollisimman keskelle mitattavaa ainetta. Näin ilmaisimen ympärille muodostuu paras mittausgeometria. Katso kuva elintarvikkeiden gammamittaus.

Varsinainen mittaus suoritetaan käynnistämällä tarkkuusmittaus, eli painamalla O -näppäintä, kunne näytön vasempaan reunaan tulee pieni h-kirjain. Tämä käynnistää tarkkuusmittauksen. Tunnin kuluttua pieni h-kirjain muuttuu isoksi H-kirjaimeksi, sitten jälleen pieksi h-kirjaimeksi jne. Laita mittauslukema lukema muistiin, esim. 0.21 $\mu\text{Sv/h}$. Lukema on tarkimmillaan 3:n tunnin kuluttua.

Tulosten tulkinta

Saadusta ainemittauksen tuloksesta vähennetään taustamittauksen arvo, esim. 0.21 $\mu\text{Sv/h}$ - 0.15 $\mu\text{Sv/h}$ = 0.06 $\mu\text{Sv/h}$

0.01 $\mu\text{Sv/h}$:n muutos annosnopeudessa vastaa aktiivisuutta 380 Bq/l (Becquerellia/litra) Cs-137.

Esim. 0.06 $\mu\text{Sv/h}$:n erotus vastaa 6 x 380 Bq/l = 2280 Bq/l

Toimenpideraja on 1000 Bq/l. Alle 1000 Bq/l ei aiheuta toimenpiteitä.

Siis: Taustasäteilyn mittaus. Ainemittaus. Ainemittauksesta vähennetään taustasäteilyn arvo ja tulos (ilman desimaalipis-tettä) kerrotaan 380 Bq/l:lla.

$$\text{Aktiivisuus} = \frac{(\text{ainemittaus } \mu\text{Sv/h} - \text{taustamittaus } \mu\text{Sv/h}) \times 380 \text{ Bq/l}}{0.01 \mu\text{Sv/h}}$$

6.6 Veden radonmittaus

Talouksissa, joissa käyttövesi otetaan porakaivosta, on mahdollista että vesi sisältää radonia. Radon on radioaktiivinen jalokaasu. Vedestä radon vapautuu huoneilmaan aiheuttaen terveysriskin. Vaikka radon on alfasäteilijä, jota ei suoraan Kata DGM-1500 Turvalla pystytä mittaamaan, syntyy radonin hajoamistuotteena myös gammasäteilyä. Tämän kautta pystytään määrittelemään veden radonpitoisuus.

Mitattava vesi otetaan siten, ettei se pääse poreilemaan. Muuten osa radonkaasusta poistuu jo näytteenottovaiheessa. Vettä otetaan yksi litra. Mittaus on suoritettava välittömästi näytteenoton jälkeen, koska radonin lyhyestä puoliintumisajasta johtuen (n. 3,8 vuorokautta) aktiivisuus puoliintuu melko nopeasti.

Mittausmenetelmä on kuten elintarvikemittauksessa. Mittaustuloksesta vähennetään taustasäteily ja erotusta vastaava annosnopeus kerrotaan taulukosta saatavalla kertoimella, joka vaihtelee aktiivisuuden mukaan välillä 5500...8900.

Toimenpiderajat

Jos tulos on alle 300 Bq/l, se ei aiheuta toimenpiteitä.

Jos tulos on yli 300 Bq/l, on syytä tehdä laboratoriomittaukset Säteilyturvakeskuksessa.

Tulos 4 000 Bq/l edellyttää ilman radonpitoisuuden mittauksen.

Tuloksen ollessa 10 000 Bq/l suositellaan veden puhdistusta ennen sen käyttöä talousvetenä.

Esimerkki:

Jos taustasäteily on 0,08 mikroSv/h ja veden radonmittaus antaa tuloksen 0,44 mikroSv/h, saadaan veden aktiivisuus laskettua seuraavasti:

$$0,44 \mu\text{Sv/h} - 0,08 \mu\text{Sv/h} = 0,36 \mu\text{Sv/h}$$

$$0,36 \mu\text{Sv/h} \times 7800 \text{ Bq/l} / \mu\text{Sv/h} = 2808 \text{ Bq/l}$$

Veden aktiivisuus on 2808 Bq/l

Vesimittaus vähennettynä taustan arvolla $\mu\text{Sv/h}$	Kerroin Bq/l $\mu\text{Sv/h}$	Aktiivisuus Bq/l
0,01...0,10	5500	55... 550
0,11...0,33	6700	737...2211
0,34...0,60	7800	2652...4680
0,61...1,00	8400	5152...8400
1,01...3,50	8700	8787...30450
3,51...	8900	31239...

Taulukko 1: Aktiivisuuskertoimet veden radonpitoisuuksille

7 SÄTEILYN YKSIKÖISTÄ

Vuoden 1988 alussa siirryttiin suomessa käyttämään kansainvälisen SI-standardin mukaisia säteily-yksiköitä. Tällöin poistuivat Röntgen (R) -yksiköt ja tilalle tulivat Sievert (Sv)-yksiköt.

Röntgen/h on säteilytysnopeuden yksikkö. Annosta ilmaistaan rem (röntgen equivalent man)-yksiköillä. Sievert on annosekvivalenttiyksikkö. Käyttöön tuli käsite annosnopeus, sievertiä tunnissa (Sv/h), sekä pienemmät yksiköt milliSv/h ja mikroSv/h. Kertynyt annos ilmaistaan sieverteinä (Sv), sekä pienempänä yksikkönä milliSv.

Sellainen henkilö, joka on tottunut käyttämään vanhoja yksiköitä, joutuu aluksi muuttamaan uudet yksiköt vanhoiksi, saadakseen käsityksen säteilystä. Tämän helpottamiseksi alla on muunnoskertoimet (taulukko 2). Röntgen/h on säteilytysnopeus ilmaan, joten säteilyn voimakkuutta kuvattaessa annosekvivalenttinopeus Sv/h suhteutetaan säteilytysnopeuden R/h yksikköön. Annosyksiköt sen sijaan ovat suoraan vertailukelpoisia.

$$100 \text{ rem} = 1 \text{ Sv}$$

Taulukko 2: Röntgenyksiköiden ja Sievertyksiköiden vertailutaulukko

mikrorem/h	1.0	10	100	1000					
millirem/h	0.001	0.01	0.1	1	10	100	1000		
rem/h				0.001	0.01	0.1	1	10	100
mikroSv/h	0.01	0.1	1.0	10	100	1000	10000	100000	
milliSv/h			0.001	0.01	0.1	1	10	100	1000
Sv/h						0.001	0.01	0.1	1

8 SÄTEILYN ANNOSNOPEUS- JA ANNOSRAJAT SEKÄ VAIKUTUKSET

8.1 Annosnopeus

Suomessa on käytössä seuraavat varoitus- ja hälytysrajat:

0,40 µSv/h	Viranomaisten keskinäinen ilmoitusraja. Siirrytään tehostettuun säteilynvalvontaan.
100 µSv/h	Varoitetaan väestöä kohonneista säteilyarvoista. Varauduttava suojautumaan.
1000 µSv/h	Suojauduttava välittömästi.

Normaali taustasäteilytaso vaihtelee välillä 0,04 - 0,20 µSv/h, josta 0,035 µSv/h tulee avaruudesta ja loput maaperässä olevista radioaktiivisista aineista.

8.2 Annos

Säteilyannos = annosnopeus x oleskeluaika

Väestölle suurin sallittu vuosiannos on 5 mSv/a. Säteilytyöntekijöille sallitaan 20 mSv:n vuosiannos.

Näihin ei lasketa taustasäteilystä ja hoitotoimenpiteistä saatavia säteilyannoksia.

8.3 Elintarvikkeet

Alle 1000 Bq/kg aktiivisuus (esim. Cs-137 säteilijä) elintarvikkeissa ei aiheuta käyttörajoituksia

8.4 Säteilyn vaikutukset

Koko keholle lyhyenä aikana saadun säteilyannoksen keskimääräiset, akuutit vaikutukset.

250 mSv	Ei havaittavaa vaikutusta.
500 mSv	Vähäisiä muutoksia veressä.
1000 mSv	Säteily sairaus mahdollinen, oireina pahoinvointia ja oksentelua. Myöhemmin saattaa esiintyä väsymystä, päänsärkyä, ripulia, kuumetta, verenvuotoa ja mahdollisesti hiusten lähtöä.
2000 mSv	Kuolemanvaara.
6000 mSv	Kuolema.

9 TESTIT/HYVÄKSYNNÄT

Kata DGM-1500 Turva säteilymittarit on suunniteltu toimimaan myös häiriöalttiissa ympäristössä. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) tekemät häiriönsietotestit ovat osoittaneet, että DGM-1500 Turva toimii virheettömästi erilaisissa magneettikentissä, sekä verkkolaitteen kautta tulevissa häiriöjännitteissä. Myös EMP-kestoisuus (syntyy ydinräjäytyksen yhteydessä) on VTT:n testaama. Normaalit elektroniikkalaitteet tuhoutuvat EMP:istä. Mekaaninen kesto on testattu VTT:n isku- ja tärinätesteillä. VTT:n tutkimusselostus TEL 9131 on saatavissa valmistajalta kokonaisuudessaan.

Säteilymittausominaisuudet on testattu Säteilyturvakeskuksessa. Kata DGM-1500 Turvalla on erinomainen tarkkuus jo erittäin pienistä annosnopeuksista alkaen. Erityisellä pienannosnopeuskalibroinnilla todistettiin, että taustasäteilytasot pystytään mittaamaan hyvin tarkasti ja luotettavasti. Mittarit testattiin lyijyllä vuoratussa alhaistaustakammiossa, jolloin päästiin 0.02 mikroSv/h annosnopeuteen. Tämä on huomattavasti alle normaalin taustasäteilyn. Todettiin että Kata DGM-1500 Turva toimii erittäin tarkasti näinkin alhaisessa annosnopeudessa. Tämä mahdollistaa sen, että Kata DGM-1500 Turvalla pystytään tekemään elintarvikkeiden gammamittauksia.

Kata DGM-1500 Turva säteilymittari mittaa myös suuret annosnopeudet aina 100000 mikroSv/h asti. Mittari täyttää Säteilyturvakeskuksen raportin STUK-B69

"Säteilymittarit säteilynvalvontaa, väestönsuojelumuodostelmia ja omatoimista suojelua varten" vaatimukset säteilymittareille, tyyppitarkastuspöytäkirja STUK 55/322/89. STUK-B69 on laadittu kansainvälisen standardin IEC-846 "Beta, X and Gamma Radiation Dose Equivalent and Dose Equivalent Rate meters for use in Radiation Protection" pohjalta, ja vaatimukset ovat pääosiltaan yhtenevät sen kanssa.

Kata DGM-1500 Turva on sisäasiainministeriön hyväksymä väestönsuojelukäyttöön säteilyannosnopeutta ja säteilyannosta mittaavana laitteena, sisäasiainministeriön lausunto nro 1791/752/89. Se soveltuu myös Talosuojelu-ohjeen A 23 mukaiseen väestönsuojelukäyttöön.

10 KALIBROINTI

Kaikki säteilymittarit kalibroidaan tehtaalla sisäasianministeriön vaatimusten mukaisesti ennen asiakkaalle lähettämistä. Jokaisen mittarin mukana toimitetaan oheisen mallin mukainen kalibrointitodistus.

KALIBROINTITODISTUS KATA DGM-1500 TURVA SÄTEILYMITTARI

Sarjanumero
Kalibrointipiste 1000 $\mu\text{Sv/h}$	Cs-137 säteilijä, 20 °C:ssa
Näyttämäpoikkeama kalibrointipisteessä	$\pm 5\%$
Lineaarisuus	$\pm 10\%$

Varoitus- ja hälytysrajat Suomessa:

0.40 $\mu\text{Sv/h}$ Viranomaisten keskinäinen ilmoitusraja. Siirrytään tehostettuun säteilyvalvontaan.

100 $\mu\text{Sv/h}$ Varoitetaan väestöä kohonneesta säteilytasosta.

1000 $\mu\text{Sv/h}$ Suojauduttava välittömästi.

Päivämäärä/.....

Tarkastaja

11 TEKNIikka

Tyyppi	Kata DGM-1500 Turva, Ohjelmaversio 9.30 Automaattinen säteilyn annosnopeus- ja annosmittari.
Säteilylaji	Gamma- ja röntgensäteily
Energia-alue	35 keV ... 1.25 MeV
SI-yksiköiden mukainen ilmaisin	Ambient dose equivalent-energiakompensoitu GM-putki.
Mittausalue	Annosnopeus 0.01 ... 100 000 mikroSv/h Annos 0.001 ... 1 000 milliSv
Vasteaika	Pikamittaus: 2,5 sekuntia. Automaattimittaus: Taustasäteilytasolla 3 min., kohonneilla säteilytasolla (100 mikroSv/h lähtien) 5 s.
Tarkkuus	±5 % näyttämästä Cs-137 säteilytyksessä, kalibrintipisteessä, 20 °C:ssa.
Lineaarisuus	±10 % 20 °C:ssa.
Tarkkuus pienannosnopeuksilla	Ainutlaatuista tarkkuutta taustasäteilytasolla. Tulokset vertailukelpoisia vielä tasolla 0.02 mikroSv/h (STUK:n kalibrintitodistus 25/652/89).
Säteilytason ilmaisu	Selkeä valolla varustettu LCD-näyttö helposti tulkittavissa mikrosievert-yksiköissä. Annos ilmaistaan millisieverteinä. 1000 mikroSv = 1 milliSv.
Liitännät	Verkkolaite. Asynkroninen sarjaliikennemahdollisuus haluttaessa esim. annosnopeuden tai annoksen lukemiseen ulkoisella laitteella.
Lämpö-alue	Käyttölämpötila -30 °C ...+55 °C Varastointilämpötila -40 °C ... +70 °C
Virtalähde	1 kpl 9V alkaaliparisto. Pariston kesto 300 h taustasäteilyssä. Verkkolaite 9 - 15 V/2.5 W
Kotelo	Roisketiivis, iskunkestävä muovikotelo, IP 54
Mitat	90 x 145 x 40 mm
Paino	250 g ilman paristoa, 300 g pariston kanssa.