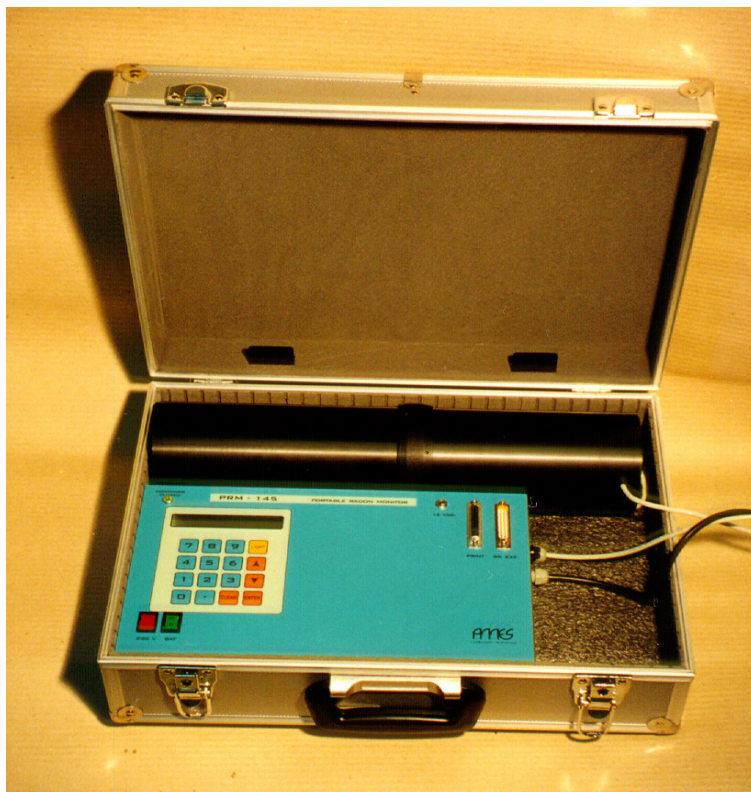




Jamova 39, Ljubljana, Slovenija

# **PRM 145 PRENOSNI MERILNIK RADONA**

## **OPIS IN NAVODILO ZA UPORABO**



Ljubljana, 2000

## KAZALO:

<b>1. Uvod</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Kaj je radon?</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Kako ga merimo?</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Način delovanja merilnika</b>	<b>3</b>
<b>2. Tehnični podatki</b>	<b>4</b>
<b>3. Uporaba</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Opis merilnika</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Priključitev</b>	<b>6</b>
<b>3.3 Uporaba tipkovnice, osvetlitev prikazovalnika</b>	<b>7</b>
<b>3.4 Menuji</b>	<b>8</b>
<b>3.5 Nastavitev hitrosti serijskih vrat</b>	<b>10</b>
<b>3.6 Nastavitev časa</b>	<b>10</b>
<b>3.7 Delo s celicami</b>	<b>10</b>
<b>3.7.1 Vpis celice</b>	<b>10</b>
<b>3.7.2 Serijski vnos celic</b>	<b>11</b>
<b>3.7.3 Vnos iz drugega merilnika</b>	<b>11</b>
<b>3.7.4 Prenos iz osebnega računalnika</b>	<b>11</b>
<b>3.7.5 Brisanje celic</b>	<b>12</b>
<b>3.8 Pregled (listanje) podatkov</b>	<b>12</b>
<b>3.8.1 Listanje celic</b>	<b>12</b>
<b>3.8.2 Listanje meritev</b>	<b>13</b>
<b>3.9 Tiskanje podatkov</b>	<b>14</b>
<b>3.9.1 Tiskanje celic</b>	<b>15</b>
<b>3.9.2 Tiskanje meritev</b>	<b>15</b>
<b>3.10 Prenos podatkov</b>	<b>16</b>
<b>3.10.1 Prenos celic</b>	<b>16</b>
<b>3.10.2 Prenos meritev</b>	<b>16</b>
<b>3.11 Meritev</b>	<b>18</b>
<b>3.11.1 Priprava vzorca</b>	<b>18</b>
<b>3.11.2 Meritev ozadja</b>	<b>18</b>
<b>3.11.3 Odvzem vzorca</b>	<b>19</b>
<b>3.11.4 Meritev</b>	<b>19</b>
<b>3.11.5 Konec meritve</b>	<b>23</b>

# **1.Uvod**

## **1.1 Kaj je radon?**

Radioaktivni žlahtni plin radon nastaja iz radija v uranovi, torijeви in aktinijeви razpadni verigi. Njegove nevarne prisotnosti v svojem okolju se je človek prvič zavedel v rudnikih urana, kjer je veliko rudarjev umrlo za rakom na pljučih. Kasneje se je pokazalo, da ogroža tudi druge rudarje v podzemnih rudnikih in na splošno ljudi pri delih pod zemljo, kot na primer v kraških jamah in v predorih. Ker je raztopljen v podtalnici, moramo biti previdni tudi pri delu v črpalnih postajah in še posebej v polnilnicah mineralnih vod in v toplicah. Tako v razvitem svetu kot pri nas posvečamo zadnje čase največjo skrb bivalnem okolju, saj je znano, da prispeva radon skupaj s svojimi kratkoživimi razpadnimi produkti v zraku več kot polovico k obsevi dozi, ki jo prejme človek od vseh naravnih virov ionizirajočih sevanj. ( vir: dr. J.Vavpotič, dr. I. Kobal – Radon v naravi in našem okolju )

## **1.2 Kako ga merimo?**

Merilne tehnike za določanje radona so v splošnem zasnovane na naslednjem principu: radon z difuzijo ali zaradi črpanja prehaja v točno določeno prostornino detektorja skozi filter, ki zadrži njegove razpadne produkte. V detektorju radon razpada v kratkožive razpadne produkte. Običajno detektiramo sevanje alfa, ki ga oddajajo radon in novonastali kratkoživi razpadni produkti, sevalci alfa.

Za merjenje radona najbolj pogosto uporabljamo:

- alfa sintilacijske celice
- ionizacijske celice
- detektorje jedrskih sledi
- elektrete.

( vir: dr. J.Vavpotič, dr. I. Kobal – Radon v naravi in našem okolju )

## **1.3 Način delovanja merilnika**

Alfa scintilacijske celice uporabljajo že več kot štiri desetletja za merjenje radona. Metoda je zasnovana na merjenju celokupne aktivnosti alfa  $^{222}\text{Rn}$  in

njegovih kratkoživih razpadnih produktov  $^{218}\text{Po}$  in  $^{214}\text{Po}$ . Celice so iz različnih materialov, različnih oblik in velikosti, vse pa imajo notranje stene, razen ene, ki je prozorna in služi za optični stik s fotopomnoževalko, prevlečene s scintilatorjem - cinkovim sulfidom, aktiviranim s srebrom. Ko delec alfa, ki nastane pri razpadu radona ali katerega od njegovih razpadnih produktov, zadene cinkov sulfid, pride do sevanja svetlobe z valovno dolžino okrog 600nm. Fotopomnoževalka svetlobne signale pretvori v električne, ki jih ojačimo in preštujemo. Ta metoda nam da trenutne koncentracije radona v zraku.

( vir: dr. J.Vavpotič, dr. I. Kobal – Radon v naravi in našem okolju )

Po opisanem principu deluje tudi prenosni merilnik radona PRM 145.

## **2. Tehnični podatki**

*Napajanje:*

- 220-240V (izmenično), 50 W (varovalka 0,3A)
- ali baterijsko (akumulatorska baterija 12V/7,2 Ah – vgrajena)

*Merilni obsegi:*

- število impulzov na sekundo, ki jih merilnik detektira je največ 5000 imp/s (5 kHz)
- od 0,0 do 99.999,0 Bq m<sup>3</sup>

*Velikost merilnika:*

- višina 160mm
- dolžina 330mm
- širina 460mm

*Teža merilnika:*

- 10 kg

*Velikost scintilacijskih celic:*

- največja višina 215mm
- največji premer 90mm

*Čas delovanja v baterijskem načinu:*

- pri polni bateriji najmanj 10 ur (odvisno od porabe zunanjih porabnikov)

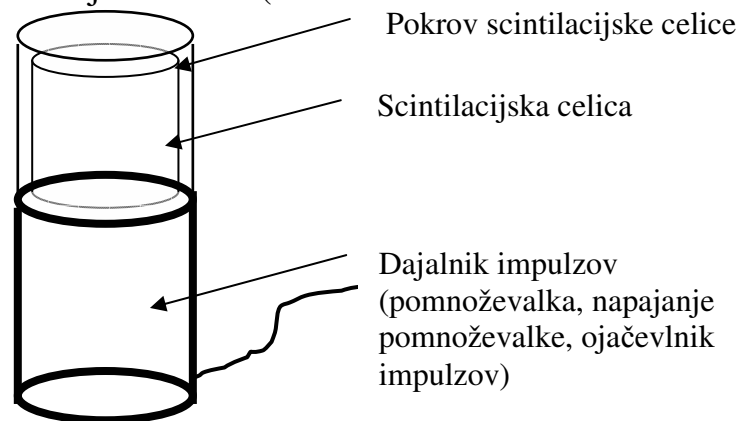
### *Baze podatkov*

- 100 celic ( hrani se ozadje, konstanta1, konstanta2, identifikacijska številka )
- 50 meritev (hrani se zaporedno število, identifikacijska številka uporabljene celice, datum in čas meritve, število ponovitev (največ 20), napaka meritve in rezultat meritve ), pri čemer je za vsako ponovitev shranjeno število impulzov, čas ponovitve v sekundah, čas odmika od vzorčenja v sekundah, rezultat ponovitve in napaka ponovitve.

## **3. Uporaba**

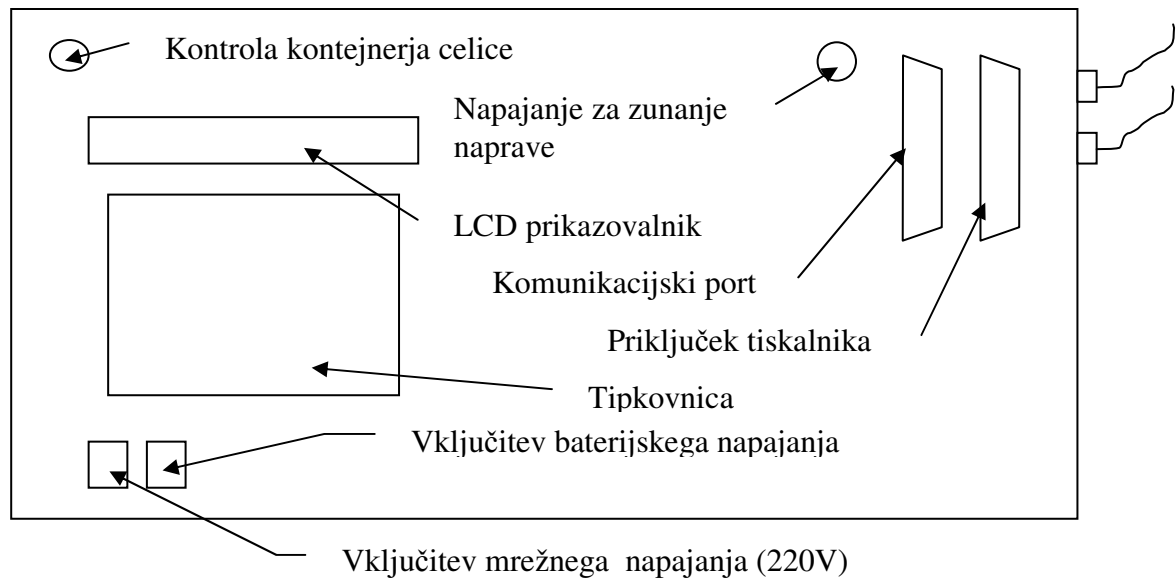
### **3.1 Opis merilnika**

Merilnik je sestavljen iz dveh delov, zloženih v prenosnem kovčku. Prvi del (cilindrične oblike) služi kot detektor impulzov, ter vsebuje fotopomnoževalko, napajanje pomnoževalke, ojačevalnik impulzov in prostor za scintilacijsko celico (slika 1).



Slika1: Detektorski del

Drugi del vsebuje mikrokontroler, akumulator, napajalnik in selektor impulzov. Na njem je tipkovnica, kontrolna lučka za pokrov kontejnerja, stikala za vklop in dvovrstični alfanumerični prikazovalnik s tekočimi kristali (Slika 2).



Slika 2: Merilnik

### 3.2 Priključitev

Merilnik lahko priključimo na omrežno napajanje preko kabla z vtičem ali pa ga napajamo preko akumulatorske baterije. Merilnik vključimo s stikalom za napajanje preko omrežja ali s stikalom za baterijsko napajanje.

Ob sočasno vklopljenem baterijskem in mrežnem napajanju merilnik poskrbi za polnjenje akumulatorske baterije, ki zagotavlja napajanje v baterijskem načinu. Če baterije ne želimo polniti, baterijsko napajanje v omrežnem načinu delovanja izključimo.

Merilnik uporabljamo v baterijskem načinu navadno le na terenu, oziroma tam, kjer nimamo možnosti priključitve na omrežno napajanje. Če je baterija prazna, se merilnik sam ugasne. Zato je treba čas uporabe v baterijskem načinu skrbno nadzorovati, saj obstaja nevarnost, da v primeru prazne baterije izgubimo podatke trenutne meritve.

Ob vklopu merilnik na zaslon izpiše pozdravno vrstico, verzijo programa in datum programiranja. Sledi procedura, v kateri merilnik postavi nekaj začetnih vrednosti in preveri verodostojnost vpisanih podatkov. V primeru, da merilnik ugotovi napako, izpiše opozorilo: "Napaka v spominu!" in zbriše neveljavne podatke. Če se napaka pojavlja ob vsakem vklopu, je

potrebno zamenjati baterijo za hranjenje podatkov (baterijo zamenja serviser).

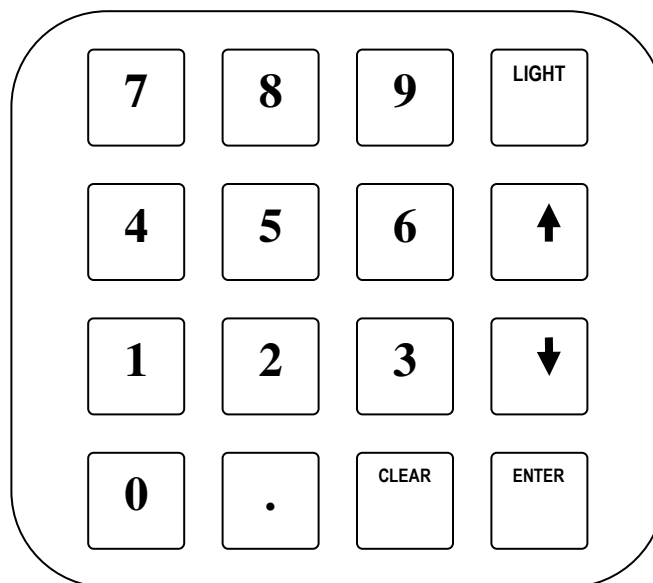
### 3.3 Uporaba tipkovnice, osvetlitev prikazovalnika

Tipkovnica (slika 3) ima 16 tipk (4x4). Na njej je 10 numeričnih tipk (0..9), ki jih uporabljamo za zapis celih števil. Pri zapisu realnega števila si pomagamo s tipko “.”, ki predstavlja decimalno vejico.

Pomenbnejši tipki sta “ENTER”(potrdi, vstopi) in “CLEAR”(briši, izstopi). Tipko “ENTER” uporabljamo pri raznih potrditvah (pisanje števil, potrditev sprejema nekega sporočila...) in vstopih (uporaba za vstop v določen podmenu, pregledovanje podatkov...). Nasprotni pomen ima tipka “CLEAR”, ki jo uporabljamo za brisanje (števil, datumov...) in za izhod (iz listanja podatkov, prekinitev meritve...).

Sledita tipki s puščicami “NAVZGOR” in “NAVZDOL”, ki ju uporabljamo pri premikanju (menuji, listanje podatkov).

Zadnja tipka (“LIGHT”) vklopi osvetlitev prikazovalnika. Če želimo osvetlitev izklopiti, enostavno še enkrat pritisnemo tipko. V primeru, da tipkovnice ne uporabljamo več kot 100 sekund, se osvetlitev samodejno izključi.



Slika3: Tipkovnica

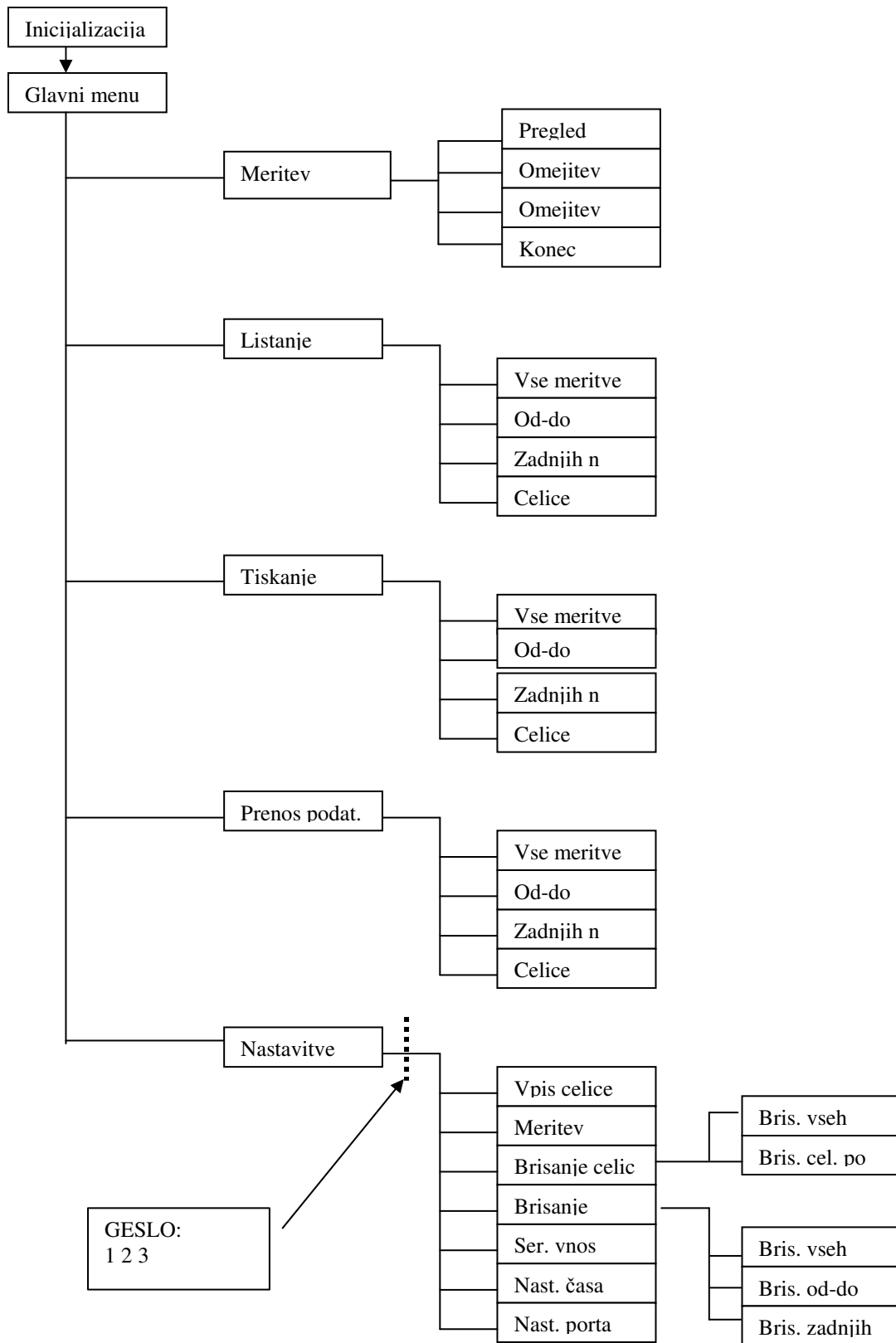
### **3.4 Menuji**

Do vseh funkcij merilnika dostopamo le preko menujev. Za uporabo menuja nam služijo tipke:

- **NAVZGOR**-pomaknemo se za mesto navzgor
- **NAVZDOL**-pomaknemo se za mesto navzdol
- **ENTER**-potrditev izbire, vstop v podmenuje (razen v podmenu menu "Nastavitve", kjer moramo vtipkati še geslo (1,2,3))
- **CLEAR**-izstop iz podmenuja (razen iz menuja "Nastavitev porta", kjer je potrditev nujno potrebna in med meritvijo v meniju "Nacin meritve", kjer izstopimo iz menuja z opcijo "Konec meritve")

V prvi vrstici prikazovalnika se izpiše ime tekočega menuja, v drugi vrstici pa trenutni izbor. Slika 4 prikazuje hirerarhijo vseh menujev in podmenujev.





Slika 4: Hierarhija menujev

### **3.5 Nastavitev hitrosti serijskih vrat**

*(Glavni menu/Nastavitve/Nastavitev porta)*

Hitrost serijskega prenosa je mogoča od 300 do 19200 bitov na sekundo (bps). Po izbiri opcije se nam izpiše trenutna nastavljena hitrost. S pomikanjem navzgor in navzdol izberemo željeno hitrost.

Hitrosti ni potrebno nastavljati ob vsakem vklopu (izbrana hitrost se ohrani tudi, ko merilnik izklopimo). V primeru napake v spominu se hitrost samodejno nastavi na 9600bps.

### **3.6 Nastavitev časa**

*(Glavni menu/Nastavitve/Nastavitev porta)*

Merilnik nam izpiše vpisani čas in vprašaj. Če časa ne želimo spreminjati, pritisnemo "ENTER". V primeru, da nam izpisani čas ne ustreza pritisnemo tipko "CLEAR", s čimer zberemo izpisani čas. Novi čas vpišemo s pikama med uro, minuto in sekundo. Zatem se izpiše še vpisani datum. Če datuma ne želimo spreminjati, pritisnemo "ENTER". V primeru, da ga želimo spremeniti, ga zberemo s tipko "CLEAR" in vpišemo na novo. Med dnevom, mesecem in letom vpišemo piki. Na koncu nam merilnik sporoči, da je čas vpisan.

### **3.7 Delo s celicami**

Merilnik lahko hrani podatke največ stotih scintalicijskih celic. Za vsako vpisano celico se hrani številka (ki je lahko od 1 do 65535, ne sme pa biti 0), konstanta 1 (decimalno število), konstanta 2 (decimalno število) in zadnje izmerjenjo ozadje (decimalno število). Merilnik iz konstante 1 in 2 izračuna občutljivost scintilacijske celice ( $b [s^{-1}Bq^{-1}m^3]$ ), katero kasneje uporabi pri računanju vrednosti meritve (str 22/enačba 1).

#### **3.7.1 Vpis celice**

*(Glavni menu/Nastavitve/Vpis celice)*

Eden izmed načinov vnosa celic je ročni vpis na merilniku. Kot prvi podatek vpišemo številko celice (1-65535), sledi vpis ozadja (decimalno

število). V primeru, da vrednosti ozadja ne vemo, vpišemo 0 in ga izmerimo kasneje (glej: Merjenje ozadja). Na koncu vpišemo še konstanti 1 in 2 (decimalni števili). Če ima celica samo eno konstanto, vpišemo le prvo, kot vrednost druge pa obvezno vpišemo 1. V primeru, da je baza vpisanih celic polna, ali pa je celica z enako id. številko že vpisana, nam merilnik javi napako, drugače pa nas obvesti o uspešnem vpisu.

### **3.7.2 Serijski vnos celic**

*(Glavni menu/Nastavitve/Ser. vnos celic)*

Serijsko vnašamo celice preko serijskega (RS-232) priključka iz drugega merilnika ali iz osebnega računalnika. Pred prenašanjem preverimo hitrosti prenosa (glej "Nastavitev porta"). Merilnik prenešenih celic z enako id. številko, kot je že vpisana, ne vpiše (na koncu nas merilnik o tem obvesti). Novo prenešene celice se dodajo preostalim celicam.

### **3.7.3 Vnos iz drugega merilnika**

Pri prenosu celic iz merilnika najprej nastavimo oddajni merilnik. V gl. menuju oddajnega merilnika izberemo možnost Prenos podatkov. V podmenuju nato s pomikom nastavimo možnost "Prenesem naj: Celice". Pri sprejemnem merilniku pa izberemo opcijo Serijski vnos celic. Zatem na oddajnem merilniku potrdimo vnaprej pripravljeno možnost "Prenesem naj: Celice" in počakamo, da se podatki prenesejo. Če je bilo dovolj prostora za vpis celic in prenos uspešen, dobimo na koncu sporočilo o uspešnem prenosu, drugače pa merilnik javi napako o preveliki prenešeni bazi ali neuspešnem prenosu (sprejemni merilnik).

### **3.7.4 Prenos iz osebnega računalnika**

Kot pri prenosu celic iz merilnika, tudi tu najprej pripravimo oddajni del. Format prenosa baze celic, ki ga merilnik razume, je sledeč:

```
(Št. Celice)<tab>(konst. 1)<tab>(konst. 2)<tab>(ozadje)<enter>
(Št. Celice)<tab>(konst. 1)<tab>(konst. 2)<tab>(ozadje)<enter>
.
.
(Št. Celice)<tab>(konst. 1)<tab>(konst. 2)<tab>(ozadje)<enter>
<end of file (ascii 26)>
```

Izberemo opcijo “Serijski vnos celic”. Zatem z osebnega računalnika prenesemo celice. Če je bilo dovolj prostora za vpis celic in je bil prenos uspešen, dobimo na koncu sporočilo o uspešnem prenosu, drugače pa merilnik javi napako o preveliki prenešeni bazi ali neuspešnem prenosu (sprejemni merilnik).

### **3.7.5 *Brisanje celic***

Celice lahko brišemo posamezno ali pa izbrišemo celotno bazo celic.

Brisanje posamezne celice:

*(Glavni menu/Nastavitve/Brisanje celic/Brisanje celic po id.)*

Če želimo izbrisati samo eno točno določeno celico, v meniju *Brisanje celic* izberemo možnost “*Brisanje celic po id.*”. Vpišemo številko celice, ki jo želimo zbrisati in potrdimo ali zavrnemo brisanje celice. Merilnik nam zatem sporoči ali je bila celica uspešno brisana, ali pa je ni našel med vpisanimi.

Brisanje vseh celic:

*(Glavni menu/Nastavitve/Brisanje celic/Brisanje vseh celic)*

V primeru, da želimo zbrisati celotno bazo celic, v meniju *Brisanje celic* izberemo možnost “*Brisanje vseh celic*”. Sledi naša potrditev ali zavrnitev brisanja. Na koncu nam merilnik sporoči, da so bile celice brisane.

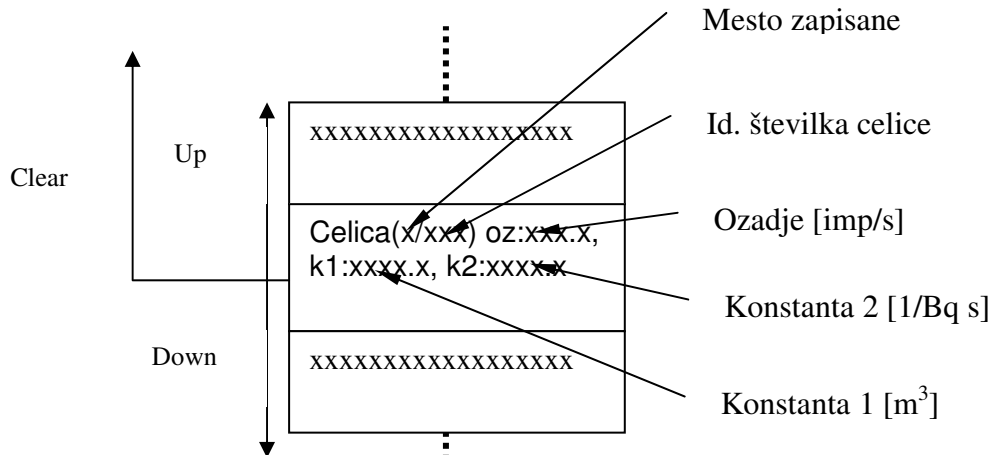
## **3.8 *Pregled (listanje) podatkov***

Listamo lahko vpisane celice in izmerjene meritve (vključno s ponovitvami).

### **3.8.1 *Listanje celic***

*(Glavni menu/Listanje podatkov/Celice)*

Pri izbiri listanja celic nam merilnik izpiše prvo vpisano celico. Izpiše se številka celice, ozadje, konstanti 1 in 2. Do drugih celic dostopamo preko tipk “*Navzgor*” in “*Navzdol*” s katerima listamo vpisane celice (slika 5). Ko želimo z listanjem končati, pritisnemo tipko “*Clear*”. Če ni vpisanih celic, merilnik javi napako.



Slika 5: Listanje celic

### 3.8.2 Listanje meritev

Merilnik omogoča različen izbor meritev, ki jih želimo listati.

#### 3.8.2.1 Vse meritve

(Glavni menu/Listanje podatkov/Vse meritve)

Po izbiri vseh meritev listamo vse meritve.

#### 3.8.2.2 OD-DO meritev

(Glavni menu/Listanje podatkov/Od-do meritev)

Po izbiri opcije “OD-DO meritev” vpišemo indeks meritve od katere in indeks meritve do katere želimo listati. Če je izbor napačen, nas merilnik opozori.

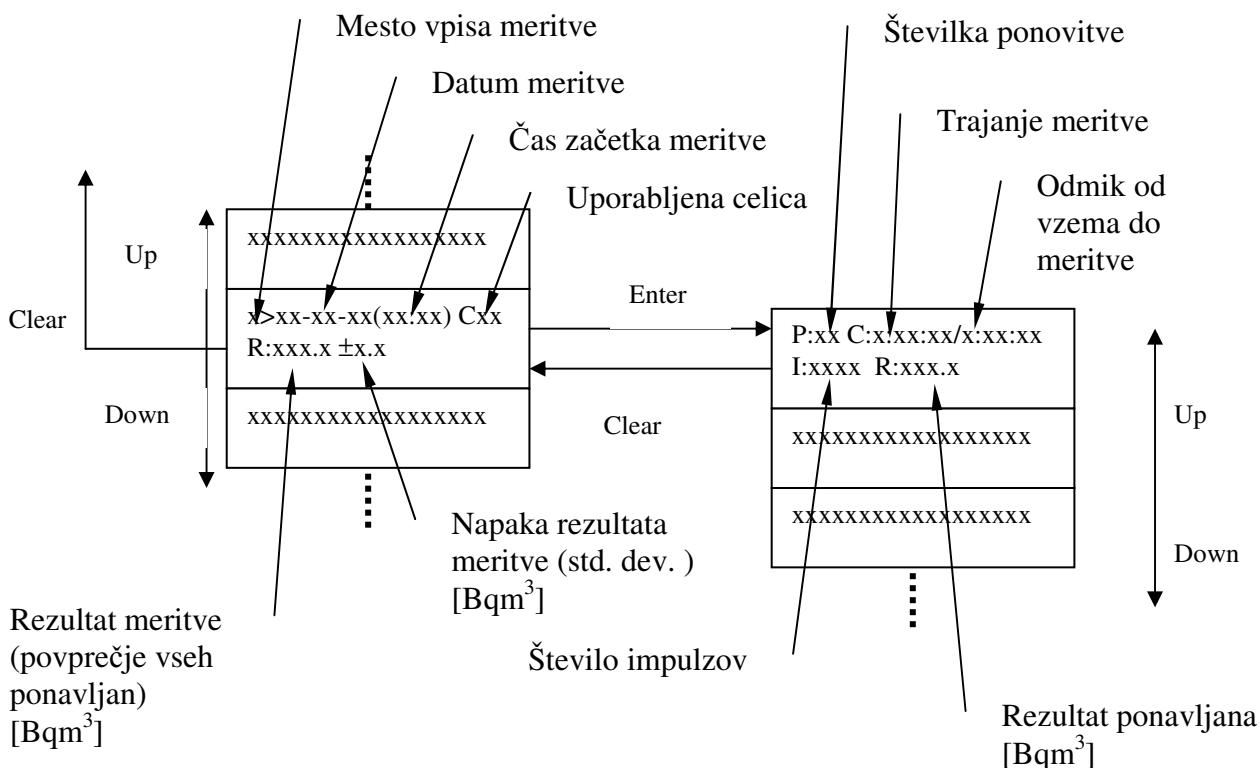
#### 3.8.2.3 Zadnjih n meritev

(Glavni menu/Listanje podatkov/Zadnjih n meritev)

Po izbiri opcije “Zadnjih n meritev” vpišemo število (zadnjih) meritev, ki jih želimo listati. Če je izbor napačen, nas merilnik opozori.

Po izboru nam merilnik izpiše prvo izbrano meritev. Izpiše mesto zapisa meritve, datum in čas odvzema vzorca, uporabljeno celico, rezultat in napako (povprečje vseh ponavljanj). Do ostalih meritev dostopamo preko tipk “Navzgor” in “Navzdol”, s katerima listamo meritve. Če želimo podatke

o vsaki ponovitvi meritve, se postavimo na željeno meritev in pritisnemo "Enter". Izpiše se indeks ponovitve, čas meritve, časovni odmik meritve od odvzema vzorca, število impulzov in rezultat tekoče listane meritve. S tipkama "Navzgor" in "Navzdol" listamo po ponavljanjih meritve. Če hočemo nazaj v listanje meritev pritisnemo tipko "Clear". Ko želimo z listanjem končati, še enkrat pritisnemo tipko "Clear" (slika 6). Če ni vpisanih meritev, merilnik javi napako.



Slika 6: Listanje meritev

### 3.9 Tiskanje podatkov

Tiskamo lahko vpisane celice in izmerjene meritve (vključno s ponovitvami). Preden pričnemo s tiskanjem, nastavimo tiskalnik na "ON Line" in preverimo povezavo merilnika s tiskalnikom. V primeru, da ni vpisanih celic ali meritev, merilnik javi napako in se vrne v menu.

Merilnik podpira EPSON kompatibilne tiskalnice s paralelnim prenosom. Tiskalnik in merilnik povežemo preko centronix (printer) kabla, ki ga priklopimo na 25 pinski ženski konektor (PRINT) na merilniku. Med priključevanjem naj bo tiskalnik ugasnjen.

### **3.9.1 Tiskanje celic**

*(Glavni menu/Tiskanje podatkov/Celice)*

Po izbiri opcije tiskanja merilnik izpiše sporočilo “Tiskam...” in prične s tiskanjem celic. Če med tiskanjem pride do napake, nam merilnik to sporoči in preneha s tiskanjem. Na koncu uspešnega ali neuspešnega tiskanja sledi sporočilo, da je tiskanje kočano.

### **3.9.2 Tiskanje meritev**

Prav tako kot pri listanju merilnik omogoča različen izbor meritev. Merilnik pri vsaki tiskani meritvi izpiše tudi vsa ponavljanja.

#### **3.9.2.1 Vse meritve**

*(Glavni menu/Tiskanje podatkov/Vse meritve)*

Po izbiri vseh meritev tiskamo vse meritve.

#### **3.9.2.2 OD-DO meritev**

*(Glavni menu/Tiskanje podatkov/Od-do meritev)*

Po izbiri opcije “OD-DO meritev” vpišemo indeks meritve od katere in indeks meritve do katere želimo tiskati. Če je izbor napačen, nas merilnik opozori.

#### **3.9.2.3 Zadnjih n meritev**

*(Glavni menu/Tiskanje podatkov/Zadnjih n meritev)*

Po izbiri opcije “Zadnjih n meritev” vpišemo število (zadnjih) meritev, katere želimo tiskati. Če je izbor napačen, nas merilnik opozori.

Po izboru merilnik izpiše sporočilo “Tiskam...” in prične s tiskanjem meritev. Če med tiskanjem pride do napake, nam merilnik to sporoči in preneha s tiskanjem. Na koncu uspešnega ali neuspešnega tiskanja sledi sporočilo, da je tiskanje kočano.

### **3.10 Prenos podatkov**

Prenašamo lahko vpisane celice in izmerjene meritve (vključno s ponovitvami). Preden pričnemo s prenosom, na merilniku in sprejemni napravi nastavimo enako hitrost prenosa (glej Nastavitev porta) in preverimo povezavo merilnika s sprejemno napravo. V primeru, da ni vpisanih celic ali meritev, merilnik javi napako in se vrne v menu.

Merilnik povežemo na neko drugo napravo (računalnik, merilnik) preko serijskega kabla, ki ga priklopimo na 25 pinski moški konektor (RS 232) na merilniku. Med priključevanjem naj bo naprava ugasnjena.

#### **3.10.1 Prenos celic**

*(Glavni menu/Prenos podatkov/Celice)*

Po izboru opcije merilnik izpiše sporočilo “Prenašam celice...” in prične s prenosom celic. Prenos celic je namenjen za prenašanje celic na drug merilnik (glej Serijski vnos celic), lahko pa jih prenesemo tudi na osebni računalnik za nadaljnjo obdelavo. Na koncu merilnik izpiše sporočilo o končanem prenosu. Format prenosa baze celic je sledeč:

```
(Št. Celice)<tab>(konst. 1)<tab>(konst. 2)<tab>(ozadje)<enter>
(Št. Celice)<tab>(konst. 1)<tab>(konst. 2)<tab>(ozadje)<enter>
.
.
.
(Št. Celice)<tab>(konst. 1)<tab>(konst. 2)<tab>(ozadje)<enter>
<end of file (ascii 26)>
```

#### **3.10.2 Prenos meritev**

Prav tako kot pri prenašanju merilnik omogoča različen izbor meritev. Merilnik pri vsaki prenešeni meritvi prenese tudi vsa ponavljanja.

##### **3.10.2.1 Vse meritve**

*(Glavni menu/Prenos podatkov/Vse meritve)*

Po izbiri vseh meritev merilnik prenese vse meritve.



### 3.10.2.2 OD-DO meritev

(Glavni menu/Prenos podatkov/Od-do meritev)

Po izbiri opcije “OD-DO meritev” vpišemo indeks meritve od katere in indeks meritve do katere želimo prenesti. Če je izbor napačen, nas merilnik opozori.

### 3.10.2.3 Zadnjih n meritev

(Glavni menu/Prenos podatkov/Zadnjih n meritev)

Po izbiri opcije “Zadnjih n meritev” vpišemo število (zadnjih) meritev, katere želimo prenesti. Če je izbor napačen, nas merilnik opozori.

Po izboru merilnik izpiše sporočilo “Prenašam meritve...” in prične s prenosom meritev. Na koncu prenosa sledi sporočilo o končanem prenosu. Format prenosa baze meritev je sledeč:

Baza meritev merilnika:xxx, date:xx-xx-xx, time:xx:xx:xx<enter><enter>

(indeks)<tab>(zap. št. meritve)<tab>(št. uporabljene celice)<tab>  
(datum meritve)<tab>(čas meritve)<tab>(število podmeritev)<tab>  
(rezultat in napaka meritve)<enter>

<tab>(zap. številka ponovitve)<število impulzov>(čas trajanja merive)<tab>  
(odmik merive od vzema)<tab>(rezultat in napaka meritve)<enter>

·  
·

<tab>(zap. številka ponovitve)<število impulzov>(čas trajanja merive)<tab>  
(odmik merive od vzema)<tab>(rezultat in napaka meritve)<enter>

·  
·

(indeks)<tab>(zap. št. meritve)<tab>(št. uporabljene celice)<tab>  
(datum meritve)<tab>(čas meritve)<tab>(število podmeritev)<tab>  
(rezultat in napaka meritve)<enter>

<tab>(zap. številka ponovitve)<število impulzov>(čas trajanja merive)<tab>  
(odmik merive od vzema)<tab>(rezultat in napaka meritve)<enter>

·  
·

<tab>(zap. številka ponovitve)<število impulzov>(čas trajanja merive)<tab>  
(odmik merive od vzema)<tab>(rezultat in napaka meritve)<enter>

(Št. Celice)<tab>(konst. 1)<tab>(konst. 2)<tab>(ozadje)<enter>  
<end of file (ascii 26)>

## 3.11 Meritev

### 3.11.1 Priprava vzorca

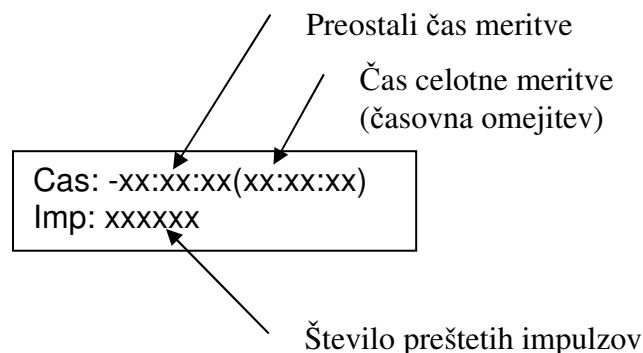
Scintilacijsko celico pred zajemom vzorca dobro prepriamo z dušikom in izmerimo njeno ozadje.

### 3.11.2 Meritev ozadja

(Glavni menu/Prenos podatkov/Zadnjih n meritev)

V kontejner vstavimo scintilacijsko celico in ga dobro zapremo. Po vsakem vstavljanju je potrebno počakati nekaj deset sekund preden pričnemo z meritvijo, da se vzpostavi konstantno napajanje fotopomnoževalke. Če bi z meritvijo začeli takoj, bi nam merilnik v prvi minuti preštel nekaj sto impulzov preveč.

Po izbiri vpišemo številko celice in čas merive. Med meritvijo ozadja merilnik izpisuje preostali čas, čas celotne meritve (omejitev) in število prešteti impulzov (Slika 7). Če želimo z meritvijo ozadja predhodno končati, pritisnemo tipko "Clear" in potrdimo željo po prekinitvi (podatki o meritvi se ohranijo). Prav tako se meritev ozadja prekine, če med meritvijo vzdignemo pokrov kontejnerja.



Slika 7 : Meritev ozadja

Na koncu merilnik izpiše izračunano ozadje, ki se avtomatsko vpiše k merjeni celici.

### **3.11.3 Odvzem vzorca**

Celico napolnimo z vzorcem in si zabeležimo čas in datum odvzema, ki ju nujno potrebujemo za nadaljnjo meritve. Vzorec mora biti star najmanj tri ure, preden lahko pričnemo z meritvijo.

### **3.11.4 Meritev**

V kontejner vstavimo scintilacijsko celico z vzorcem, ga dobro zapremo in počakamo nekaj deset sekund. V glavnem meniju izberemo opcijo "Meritve". Vpišemo številko celice (ki mora biti vpisana v bazi celic), in čas odvzema. Merilnik predlaga tekoči datum, ki ga potrdimo, ali pa ga zbrisemo in vpišemo ustreznega. Merilnik izračuna razliko med trenutnim časom in časom odvzema (upoštevata se tudi datum!).

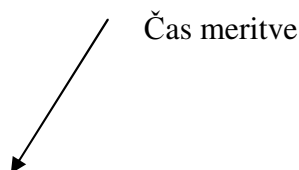
V primeru, da je razlika manjša od treh ur, meritve ni mogoče nadaljevati in nas merilnik postavi v način pregleda vzorca (glej Pregled vzorca). Ko s pregledom končamo, nas merilnik postavi v Glavni menu (podatka ni mogoče shraniti).

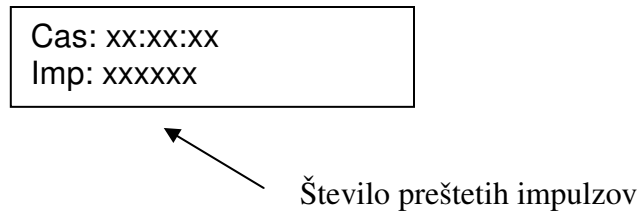
Če pa je razlika med časoma zadostna (večja od treh ur), lahko pričnemo z meritvijo. Merilnik nas postavi v menu, kjer lahko izberemo način meritve.

#### **3.11.4.1 Pregled vzorca**

*(Glavni menu/Meritev/Pregled)*

Pregledni način uporabljamo, kadar želimo preveriti aktivnost vzorca. Čas in število impulzov nista omejena. Izpisuje se nam čas trajanja meritve in število preštetih impulzov (slika 8). Ko želimo s pregledom končati, pritisnemo tipko "Clear" in potrdimo željo po izhodu. V preglednem načinu ni mogoče shraniti podatkov. Na koncu nas merilnik zopet postavi v menu "Način meritve" (razen če je razlika časov manjša od treh ur), kjer lahko nadaljujemo s ponovitvami meritev.



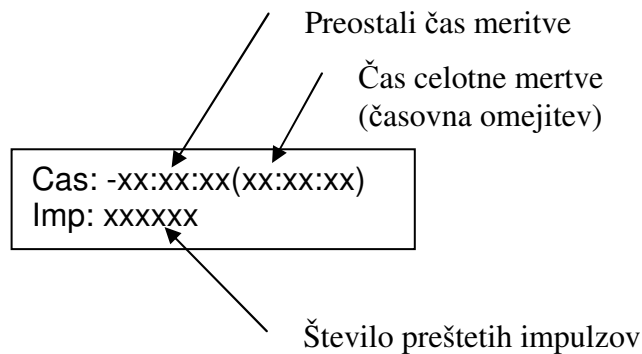


Slika 8 : Pregledni način

### 3.11.4.2 Omejitev časa-Omejitev impulzov

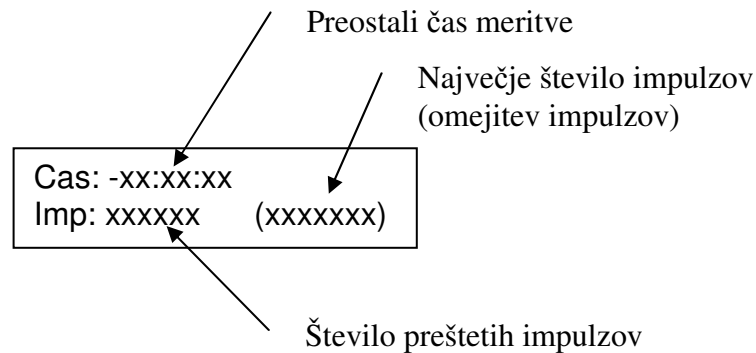
(Glavni menu/Meritev/Omejitev casa)/(Glavni menu/Meritev/Omejitev impulzov)

V načinu “Omejitev časa” (preset time) vpišemo čas trajanja meritve. Med meritvijo merilnik izpisuje preostali čas, čas celotne meritve (omejitev) in število prešteti impulzov( Slika 9 ).



Slika 9: Omejitev časa

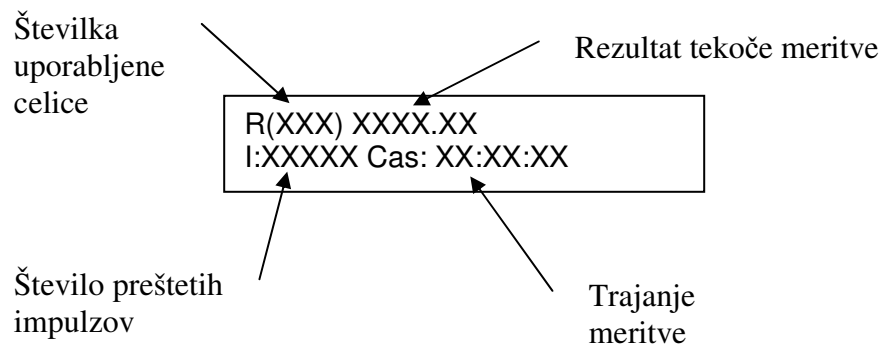
V načinu “Omejitev impulzov” (preset count) vpišemo število impulozov, pri katerem se bo meritev končala. Med meritvijo merilnik izpisuje preostali čas, čas celotne meritve (omejitev) in število prešteti impulzov( Slika 10 ).



Slika 10: Omejitev časa

Če želimo z meritvijo predhodno končati (velja za ob načina), pritisnemo tipko “Clear” in potrdimo željo po prekinitvi (podatki o meritvi se ohranijo). Prav tako se meritev prekine, če med meritvijo vzdignemo pokrov kontejnarja. O koncu meritve nas merilnik opozori z zvočnim alarmom.

Merilnik na podlagi števila impulzov, časa meritve, ozadja, časovnega odmika in konstant celic izračuna vrednost in napako meritve (enačbi 1 in 2). V primeru, da je vrednost meritve izven pričakovanega rezultata (zaradi napačne konstante celic, napačnega ozadja, napačnega števila impulzov, napačnega odmika...), izpiše opozorilo o napačnem rezultatu (rezultat je ponavadi 0). Sledi izpis vrednosti meritve, uporabljena celica, število prešteti impulzov in čas trajanja meritve (slika 11).



Slika 11: Izpis rezultata na koncu meritve

$$C_{Rn} = \frac{\left\langle \frac{ns}{ts} - \frac{nb}{tb} \right\rangle * 1000}{b * e^{-0,693 t/\tau}} \quad b = \frac{k1}{k2}$$

$C_{Rn}$ - koncentracija radona [ $Bq m^{-3}$ ]

ns - število impulzov

ts – čas trajanja meritve [v sekundah]

nb – število impulzov ozadja

tb- čas trajanja meritve ozadja [v sekundah]

b-se izračuna iz konstant celice [ $s^{-1}Bq^{-1}m^3$ ]

k1-konstanta 1 uporabljene celice

k2-konstanta 2 uporabljene celice

t-čas med odvzemom vzorca in meritvijo manj tri ure [v sekundah]

$\tau$ -razpolovni čas (13752 sekund)

Enačba 1: Računanje koncentracije radona

$$N_{Rn} = \frac{\sqrt{\frac{ns}{ts} + \frac{nb}{tb}} * 1000}{b * e^{-0,693 t/\tau}} \quad b = \frac{k1}{k2}$$

$N_{Rn}$ - napaka meritve [ $Bq m^{-3}$ ]

ns - število impulzov

ts – čas trajanja meritve [v sekundah]

nb – število impulzov ozadja

tb- čas trajanja meritve ozadja [v sekundah]

b-se izračuna iz konstant celice [ $s^{-1}Bq^{-1}m^3$ ]

k1-konstanta 1 uporabljene celice

k2-konstanta 2 uporabljene celice

t-čas med odvzemom vzorca in meritvijo manj tri ure [v sekundah]

$\tau$ -razpolovni čas (13752 sekund)

Enačba 2: Računanje napake meritve

Po pritisku katerekoli tipke potrdimo vpis meritve (če nam ustreza), ali pa tudi ne. Na koncu nas merilnik zopet postavi v menu “Način meritve”, kjer lahko nadaljujemo s ponovitvami meritev.

### ***3.11.5 Konec meritve***

Ko želimo končati meritev v menuju in ne želimo več ponavljati podmeritev, v menuju “Način meritve” izberemo opcijo “Konec meritev”. Če je vpisana več kot ena (pod)meritev, se podatki iz začasnega pomnilnika prepisujejo v bazo meritev. Kot končni rezultat se vpiše povprečje vseh podmeritev, prav tako pa se izračuna povprečna napaka.