

Katedra za kemijsko procesno, okoljsko in biokemijsko inženirstvo

Katedra za kemijsko procesno, požarno in poklicno varnost

NAVODILA ZA DELO S KALORIMETROM

Interna navodila za študente

1. izdaja

Maša Legan, Andreja Žgajnar Gotvajn

Ljubljana, 2026

Kazalo

1	UVOD V KALORIMETRIJO	1
2	ODPADKI KOT GORIVO	3
3	GLAVNE KOMPONENTE SISTEMA ZA DOLOČANJE KALORIMETRIČNE VREDNOSTI	4
4	NAVODILA ZA VKLOP/IZKLOP VODNE ČRPALKE	5
4.1	Vklop črpalke	5
4.2	Izklop črpalke	6
5	NAVODILA ZA VKLOP/IZKLOP KALORIMETRA	7
5.1	Vklop kalorimetra	7
5.2	Izklop kalorimetra	8
6	NAVODILA ZA DELO S POLNILNO POSTAJO	9
7	NAVODILA ZA PRIPRAVO VZORCA	11
8	DOLOČANJE KALORIMETRIČNE VREDNOSTI	15
9	IZVOZ PODATKOV	21
10	ČIŠČENJE PO IZVEDENI MERITVI	22
11	POSTOPEK IZKLOPA CELOTNEGA SISTEMA	24
12	LITERATURA	25

1 UVOD V KALORIMETRIJO

Kalorimetrija se ukvarja z **merjenjem količine toplote**, ki se sprošča ali porablja pri fizikalnih spremembah, kemijskih reakcijah ali bioloških procesih. Spodaj je podroben pregled definicije, načina merjenja in opreme, ki se uporablja v Temelji na **zakonu o ohranitvi energije** (prvem zakonu termodinamike). Preučuje prenos toplotne energije med sistemom (kjer poteka reakcija) in njegovo okolico (merilnim medijem). V okoljskem inženirstvu ter na področju tehniške varnosti se uporablja za določanje kurilne vrednosti goriv in različnih materialov.

Merjenje kalorijskih vrednosti ali toplotnih sprememb večinoma poteka posredno, tako da merimo **spremembo temperature** (ΔT) znane mase snovi (najpogosteje vode) z znano specifično toplotno kapaciteto (c). Osnovna enačba (enačba /1/) za izračun prejete ali oddane toplote (Q) je:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad /1/$$

- Q = količina toplote (J)
- m = masa snovi (kg)
- c = specifična toplotna kapaciteta snovi (J/kg·K)
- ΔT = sprememba temperature (K ali °C)

Pri natančnih meritvah moramo upoštevati tudi toplotno kapaciteto samega kalorimetra (enačba /2/):

$$Q_{\text{skupna}} = (m \cdot c \cdot C_{\text{kalorimeter}}) \cdot \Delta T \quad /2/$$

Kalorimeter je sestavljen tako, da čim bolj prepreči izmenjavo toplote z zunanjim okoljem. Poznamo več izpeljank sistemov, ki so primerni za posamezne namene:

- **Kalorimeterska bomba:** Je naprava za merjenje zgorevalne toplote (npr. kalorične vrednosti hrane ali goriv). Vzorec zgori v jekleni posodi (bombi) pod visokim tlakom kisika, naprava pa meri dvig temperature okoliške vode. Iz temperaturne spremembe (ΔT), mase vode, specifične toplote vode in vnaprej znane toplotne kapacitete same naprave se izračuna celotna sproščena toplota (Enačba /2/). Ko odštejemo toploto vžigalne žice, dobimo kurilno vrednost vzorca na enoto mase (npr. v MJ/kg).
- **Diferenčna dinamična kalorimetrija (DSC):** Sodobna laboratorijska oprema, ki meri razliko v toplotnem toku med vzorcem in referenco med spreminjanjem temperature.
- **Izotermni titracijski kalorimeter (ITC):** Napredna oprema za merjenje toplotnih sprememb pri vezavi molekul (npr. proteina in liganda) pri konstantni temperaturi.

Ko določamo kurilno vrednost goriv, moramo razlikovati med dvema vrednostima: gornja in spodnja kurilna vrednostj. Razlika med njima je v vlagi oziroma vodi, ki nastane med zgorevanjem vodika v gorivu. **Gornja kurilna vrednost** je celotna količina toplote, ki se sprosti pri popolnem zgorevanju goriva, vključno s toploto, ki se sprosti, ko se nastala vodna para utekočini. **Spodnja kurilna vrednost** je količina toplote, pri kateri se toplota kondenzacije vodne pare odšteje. Vodna para namreč zapusti kurilno napravo v plinasti obliki in s seboj odnese del energije.

Enačba za izračun spodnje kurilne vrednosti iz gornje kurilne vrednosti upošteva izgubo toplote zaradi izparevanja vode. Voda v dimnih plinih nastane iz vlage v gorivu in zaradi zgorevanja vodika. Splošna enačba za trdna in tekoča goriva se tako glasi (enačba /3/):

$$H_i = H_s - 24,42 \cdot (W + 9 \cdot H) \quad /3/$$

- H_i – spodnja kurilna vrednost (kJ/kg ali MJ/kg)
- H_s – gornja kurilna vrednost (kJ/kg ali MJ/kg)
- W – masni delež vlage (vode) v gorivu (%)
- H – masni delež vodika v suhem gorivu (%)
- **24,42** – konstanta, ki predstavlja izparilno toploto vode pri standardnih pogojih (kJ/kg na vsak odstotek nastale vode)
- **9** – faktor, saj iz 1 kg vode pri zgorevanju nastane 9 kg vode

2 ODPADKI KOT GORIVO

Kurilno vrednost imajo vsi odpadki, ki vsebujejo organske spojine (ogljik in vodik) in lahko gorijo. Povprečni mešani komunalni odpadki v Sloveniji imajo kurilno vrednost med 8 in 12 MJ/kg, kar je primerljivo s svežim lesom ali lignitom. Ko pa se iz odpadkov odstranijo negorljivi deli (steklo, kovine) in vlaga, nastanejo visoko kalorična alternativna goriva (RDF in SRF) s kurilno vrednostjo med 12 in 25 MJ/kg.

Glavne skupine odpadkov z visoko kurilno vrednostjo so:

1.) Plastika in guma (najvišja kurilna vrednost):

- Odpadna plastika: Predvsem tista, ki je ni mogoče mehansko reciklirati (npr. mešana embalaža, folije). Kurilna vrednost je lahko preko 30 MJ/kg).
- Izrabljene gume: Avtomobilske gume imajo višjo kurilno vrednost kot premog in se pogosto uporabljajo za sosežig v cementarnah.

2.) Les, papir in biomasa:

- Odpadni les: Ostanke od rušenja objektov, stari kosi pohištva, palete in žagovina.
- Papir in karton: Umazan ali moker papir, ki ni primeren za recikliranje, a še vedno odlično gori.
- Zeleni odrez in bioodpadki: Čeprav gorijo, jim visoka vsebnost vlage močno znižuje spodnjo kurilno vrednost, zato jih je treba pred termično izrabo posušiti.

3.) Tekstil in usnje:

- Odpadna oblačila in obutve: Naravna (bombaž, volna) in sintetična vlakna (poliester, najlon) imajo visoko energijsko vrednost.

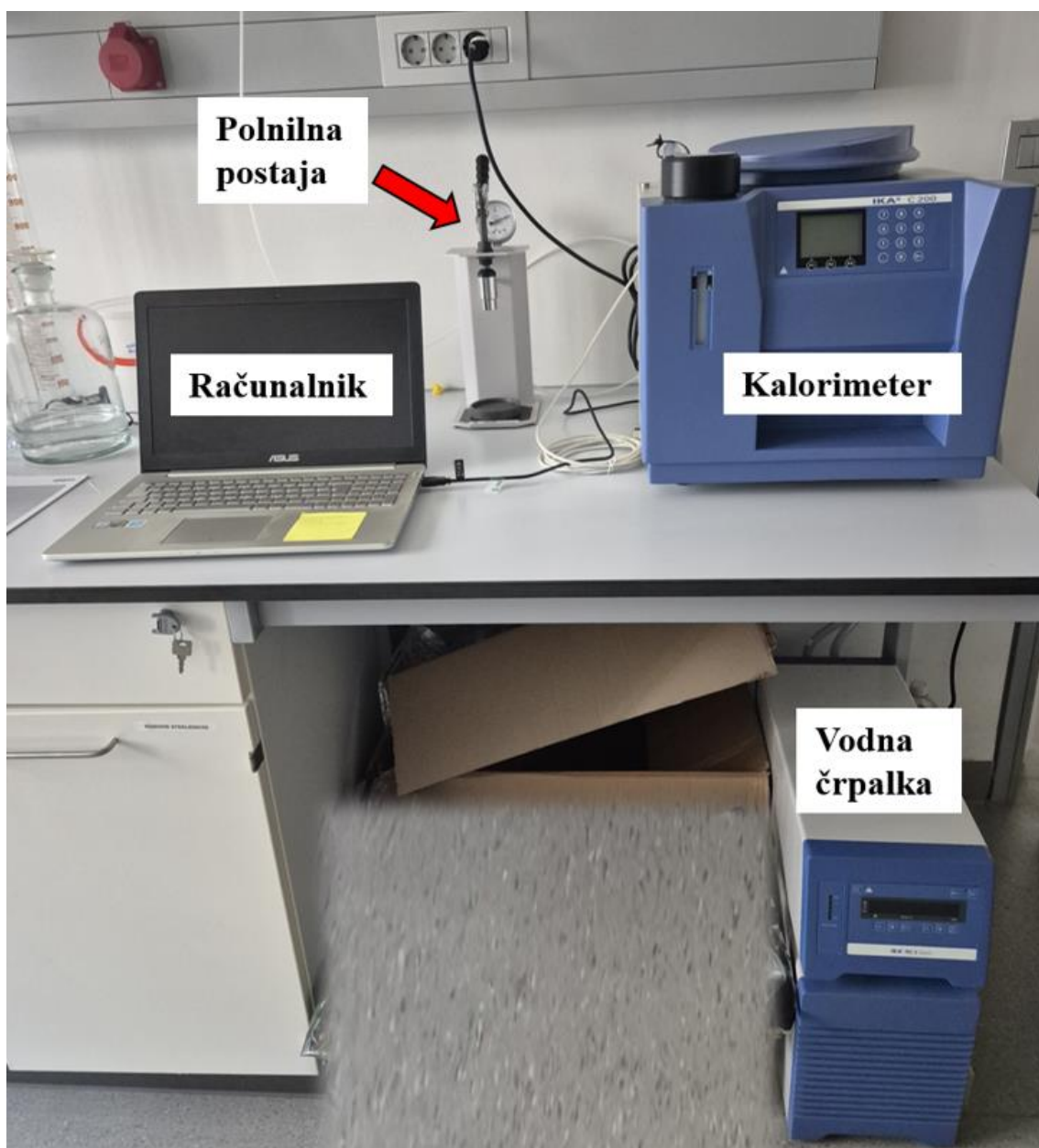
4.) Tekoči odpadki:

- Odpadna olja in topila: Industrijska olja, maziva in topila imajo zelo visoko kurilno vrednost, vendar njihov sežig zahteva strogo nadzorovane pogoje zaradi prisotnosti in morebitnih emisij nevarnih snovi.

5.) Blato iz čistilnih naprav za odpadne vode: Po ustreznem sušenju ima blato iz komunalnih čistilnih naprav zadostno kurilno vrednost za energetske izrabo.

Termična izraba odpadkov je tako poleg materialne izrabe odpadkov (recikliranje, ponovna uporaba, predelava) pomemben del ravnanja s trdnimi odpadki. Gre za nadzorovan postopek sežiganja ali predelave gorljivih odpadkov pri visokih temperaturah z namenom, da se njihova kemična energija pretvori v koristno toploto in električno energijo. S tem postopkom se hkrati drastično zmanjšata prostornina (za okoli 90 %) in masa odpadkov, ki bi sicer končali na odlagališčih. Termična izraba se v sodobnem ravnanju z odpadki uvršča med energetske postopke in se izvaja v specializiranih objektih, ki morajo izpolnjevati stroge okoljske standarde za čiščenje dimnih plinov.

3 GLAVNE KOMPONENTE SISTEMA ZA DOLOČANJE KALORIMETRIČNE VREDNOSTI



4 NAVODILA ZA VKLOP/IZKLOP VODNE ČRPALKE

4.1 Vkllop črpalke

- 1.) Vklopi vodno črpalko s pritiskom na stikalo, ki se nahaja na zadnji strani ohišja črpalke (slika 1), tako da bo stikalo v položaju **I**.



Slika 1: Stikalo za vklop/izklop vodne črpalke.

- 2.) Na zaslonu črpalke se ob vklopu črpalke izpiše, da je črpanje vode in ohlajanje/segrevanje vode izključeno "OFF" (slika 2). Vključi črpanje vode s pritiskom na gumb **OK-Pump**. Pri tem se izpiše vrednost 2800 rpm (slika 2-2).
- 3.) Vključi ohlajanje/segrevanje vode na temperaturo 18 °C s pritiskom na gumb **Temp**. Pri tem se na zaslonu izpiše temperatura 18 °C, na desni strani zaslona pa se pojavi odštevalnik časa, ko bo črpalka pripravljena za uporabo (slika 2-3).
- 4.) Ko je črpalka pripravljena za uporabo se na desni strani zaslona izpiše 2800 rpm, na levi strani zaslona pa se izmenjujeta trenutna temperature vode v črpalki in temperatura 18 °C (slika 2-4).



Slika 2: Vkllop črpanja vode in vkllop ohlajanja/segrevanja vode.

4.2 Izkllop črpalke

- 1.) Po končanih meritvah in izklopu kalorimetra pritisni gumb nad zgornjo levo stranjo zaslona. Pri tem se zaslon na črpalke izključi (slika 3).
- 2.) Pritisni na stikalo, ki se nahaja na zadnji strani ohišja črpalke (slika 1), tako da bo stikalo v položaju O. Vodna črpalka se izklopi.

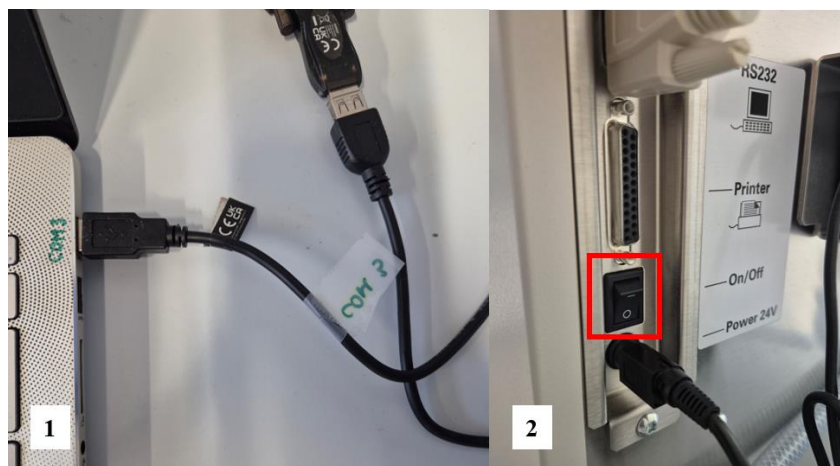


Slika 3: Izkllop črpalke.

5 NAVODILA ZA VKLOP/IZKLOP KALORIMETRA

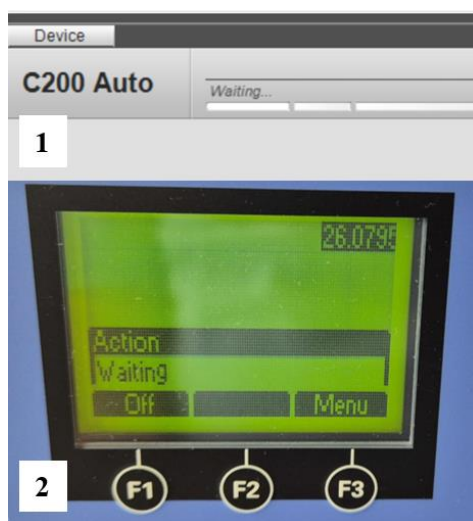
5.1 Vklop kalorimetra

- 1.) Vklopi računalnik.
- 2.) USB priključek kalorimetra vstavi v USB-vhod na desni strani računalnika, ki je označen s **COM3** (slika 4-1).
- 3.) Vklopi kalorimeter s pritiskom na stikalo, ki se nahaja na zadnji strani ohišja kalorimetra (slika 4-2), tako da bo stikalo v položaju **I**.



Slika 4: Povezava kalorimetra z računalnikom in vklop kalorimetra.

- 4.) Na namizju računalnika klikni na ikono programa **CalWin**.
- 5.) Preden se program odpre je potrebno potrditi seznanjenost z navodili, pri čemer je potrebno klikniti **"OK"**.
- 6.) Ko se program odpre, počakaj 5-10 sekund, da se vzpostavi povezava med programom CalWin in kalorimetrom. Povezava je vzpostavljena, ko se v programu izpiše ime kalorimetra **C200 Auto** in status **"waiting"** (slika 5-1). Status **"waiting"** se izpiše tudi na zaslonu kalorimetra (slika 5-2).



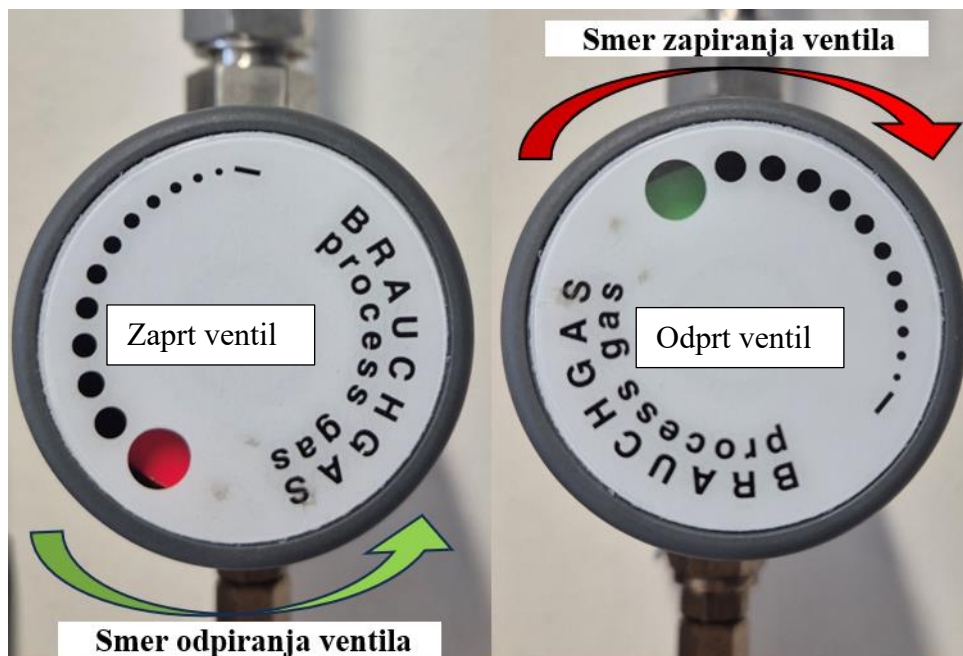
Slika 5: Uspešno vzpostavljena povezava med programom CalWin in kalorimetrom.

5.2 Izklop kalorimetra

- 1.) Po končanih meritvah v desnem zgornjem kotu programa CalWin klikni "×".
- 2.) Preden se program zapre je potrebno potrditi zapiranje programa s klikom na "YES".
- 3.) Izklopi kalorimeter s pritiskom na stikalo, ki se nahaja na zadnji strani ohišja kalorimetra (slika 4-2), tako da bo stikalo v položaju **O**.
- 4.) USB priključek kalorimetra odstrani iz USB vhoda računalnika.

6 NAVODILA ZA DELO NA POLNILNI POSTAJI

- 1.) **Odpri ventil** za dotok kisika do polnilne postaje z premikanjem regulatorja v **nasprotni smeri urinega kazalca** (slika 6).



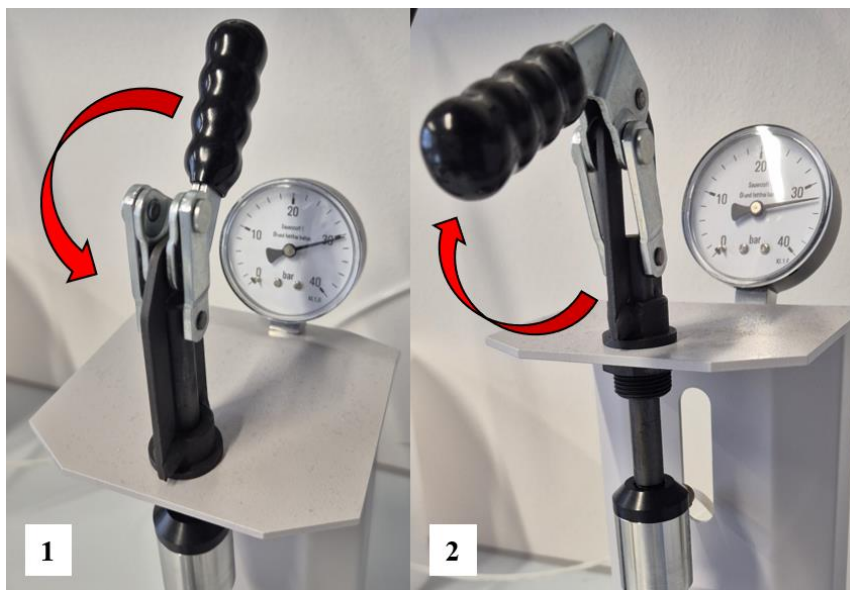
Slika 6: Stanje ventila za uravnavanje dotoka kisika in smer premikanja regulatorja.

- 2.) Na merilniku tlaka polnilne postaje se kazalec premakne in ustavi pri tlaku cca. **30 bar** (slika 7).



Slika 7: Stanje merilnika po odprtju ventila za dotoka kisika do polnilne postaje.

- 3.) Za napolnitev posode kalorimetra s kisikom pritisni na ročico polnilne postaje navzdol (slika 8-1).
- 4.) Po napolnitvi posode s kisikom premakni ročico navzgor (slika 8-2).
- 5.) **Zapri ventil** za dotok kisika do polnilne postaje z premikanjem regulatorja v **smeri urinega kazalca** (slika 6).



Slika 8: Premikanje ročice polnilne postaje med polnjenjem posode kalorimetra.

7 NAVODILA ZA PRIPRAVO VZORCA

- 1.) Natančno natehtaj ustrezno količino vzorca. Ob pripravi vzorca celoten čas obvezno uporablaj zaščitne rokavice.
- 2.) Vzorec previdno položi v vžigalni lonček (slika 9).



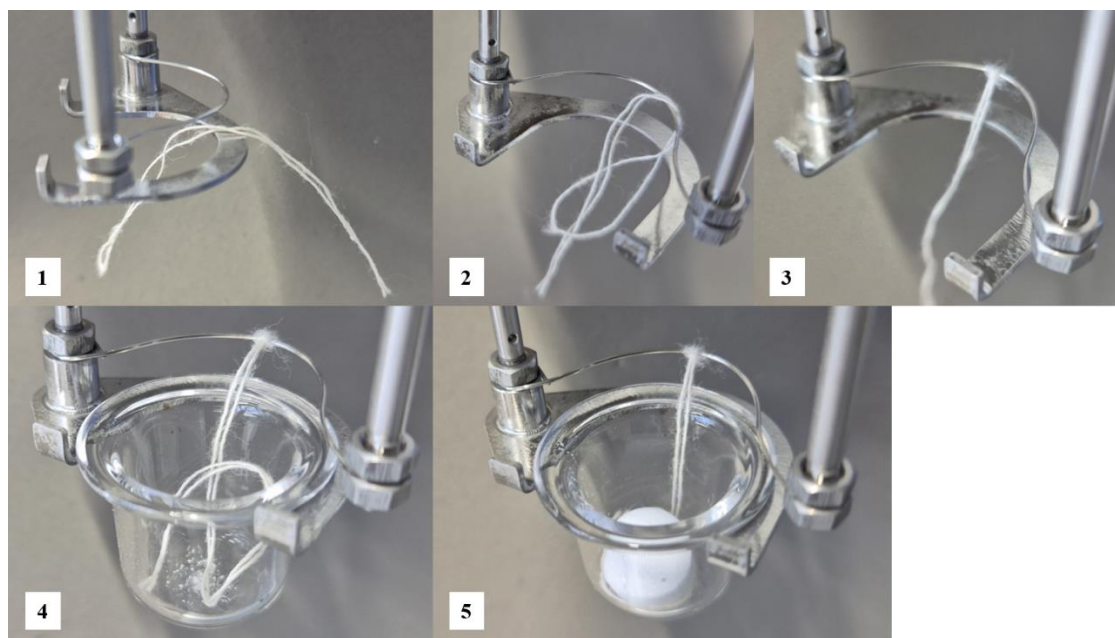
Slika 9: Vzorec v vžigalnem lončku.

- 3.) Previdno odstrani zgornji del (obroč) posode kalorimetra. Glej sliki 10-1 in 10-2.
- 4.) Kovinsko držalo z U nastavkom (slika 10-3) zatakni za zgornji del posode kalorimetra (slika 10-4).
- 5.) Iz posode kalorimetra previdno dvigni srednji del posode z žarilno žico in nosilcem vžigalnega lončka (slika 10-5).
- 6.) Srednji del posode z žarilno žico in nosilcem za lonček previdno vstavi v držalo na stojalu (slika 10-6).



Slika 10: Odpiranje posode kalorimetra in odstranitev srednjega dela posode.

- 7.) Preko nosilca za vžigalni lonček vstavi bombažno nitko kot je prikazano na sliki 11-1.
- 8.) Okoli žarilne žice previdno naredi vozle z bombažno nitko. Glej slike 11-2 in 11-3.
- 9.) Iz lončka previdno s pinceto odstrani vzorec in v lonček vstavi bombažno nitko (slika 11-4).
- 10.) V lonček na bombažno nitko nato položi vzorec (slika 11-5).



Slika 11: Prikaz pritrditve bombažne nitke na žarilno žico in vstavitve vžigalnega lončka z vzorcem.

- 11.) Na dno spodnjega dela posode kalorimetra s pipeto dodaj 100 μ L demineralizirane vode.
- 12.) Srednji del posode z vstavljenim vžigalnim lončkom in vzorcem previdno vstavi nazaj v spodnji del posode kalorimetra, ki naj bo postavljena na ravni površini (slika 12-1).
- 13.) Zgornji del posode (obroč) (slika 12-2) postavi na vrh posode kalorimetra (slika 12-3), da se popolnoma prilega navoju.
- 14.) Z obračanjem zgornjega dela oz. obroča zatesni posodo kalorimetra. Posode medtem ne dviguj, saj mora biti celoten čas postavljena na ravni površini, da se prepreči premikanje vžigalnega lončka in vzorca v srednjem delu posode.



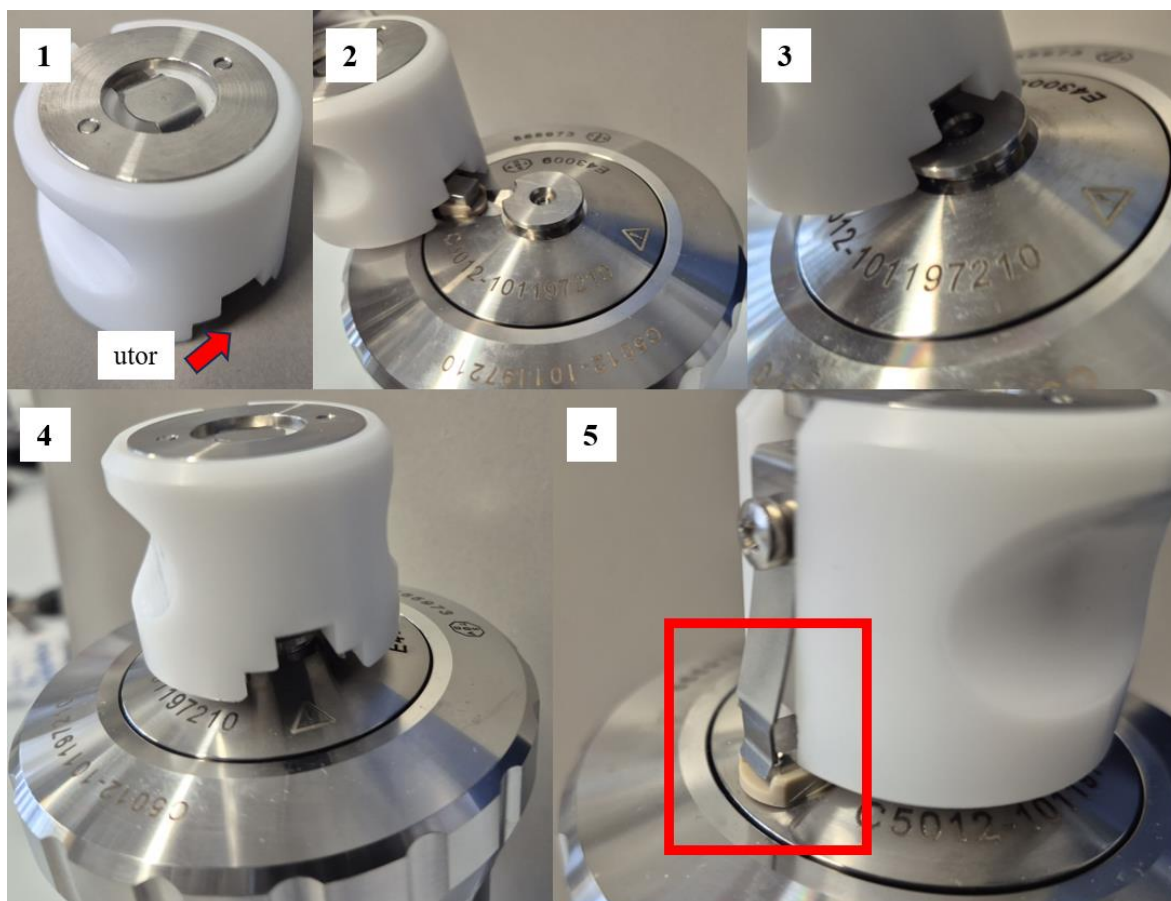
Slika 12: Vstavljanje vzorca in zatesnitev posode kalorimetra.

- 15.) Posodo kalorimetra z vzorcem previdno postavi na plastičen podstavek na polnilni postaji (slika 13-1).
- 16.) Ročico na polnilni postaji potisni navzdol (slika 13-1). Pri tem na začetku polnjenja na merilniku polnilne postaje tlak prične padati, nato pa prične naraščati.
- 17.) Ko tlak na merilniku doseže 30 bar, premakni ročico navzgor (slika 13-2).



Slika 13: Polnjenje posode kalorimetra na polnilni posodi.

- 18.) Previdno premakni posodo kalorimetra iz plastičnega podstavka na polnilni postaji na ravno površino.
- 19.) Na zgornji del posode kalorimetra pritrdi nastavek, ki je prikazan na sliki 14-1.
- 20.) Nastavek pritrdi tako, da preko utora na spodnji strani nastavka (slika 14-1 in 14-2) natakneš nastavek na nosilec (slika 14-3), ki je na zgornjem delu posode. Nastavek je ustrezno pritrjen (slika 14-4), ko se zasliši "klik" in se zadnji kovinski del nastavka zatakne ob nosilec na zgornjem delu posode. Glej sliko 14-5.



Slika 14: Pritrditev nastavka na nosilec na zgornjem delu posode kalorimetra.

8 DOLOČANJE KALORIMETRIČNE VREDNOSTI

- 1.) Vklopi vodno črpalko (glej poglavje Navodila za vklop/izklop vodne črpalke).
- 2.) Vklopi kalorimeter (glej poglavje Navodila za vklop/izklop kalorimetra).
- 3.) Odpri ventil za dotok kisika do polnilne postaje (glej poglavje Navodila za delo na polnilni postaji).
- 4.) Pripravi vzorec (glej poglavje Navodila za pripravo vzorca).
- 5.) Odpri pokrov kalorimetra tako, da najprej pokrov dvigneš (slika 15-1) in nato obrneš v desno, da ostane odprt (slika 15-2).



Slika 15: Odpiranje pokrova kalorimetra.

- 6.) Posodo kalorimetra nato previdno postavi na sredino med 3 nosilce, ki so na dnu odprtine kalorimetra (slika 16-1). Pri tem se ne dotikaj kovinskega dela nastavka, ki je pritrjen na zgornji del posode (slika 16-2).



Slika 16: Postavitev posode v kalorimeter.

- 7.) Pokrov kalorimetra obrni v levo in nato počasi spusti navzdol, da se ustrezno zapre odprtino kalorimetra.
- 8.) V programu CalWin klikni **"New Measurement"**.

- 9.) V novo odprto okno programa **vnesi ime meritve** in **maso vzorca** v vžigalnem lončku (do 5 decimalk natančno).
- 10.) Klikni **OK** in meritev se bo shranila na seznam meritev.

New measurement

Measurement

Measurement name:

User:

Calorimeter:

Vessel:

Weight [g]:

Group:

☐ Calibration

☐ Simulation

☒ Combustion Aid 1

☐ Combustion Aid 2

☐ Combustion Aid 3

Ho [J/g]:

Weight [g]:

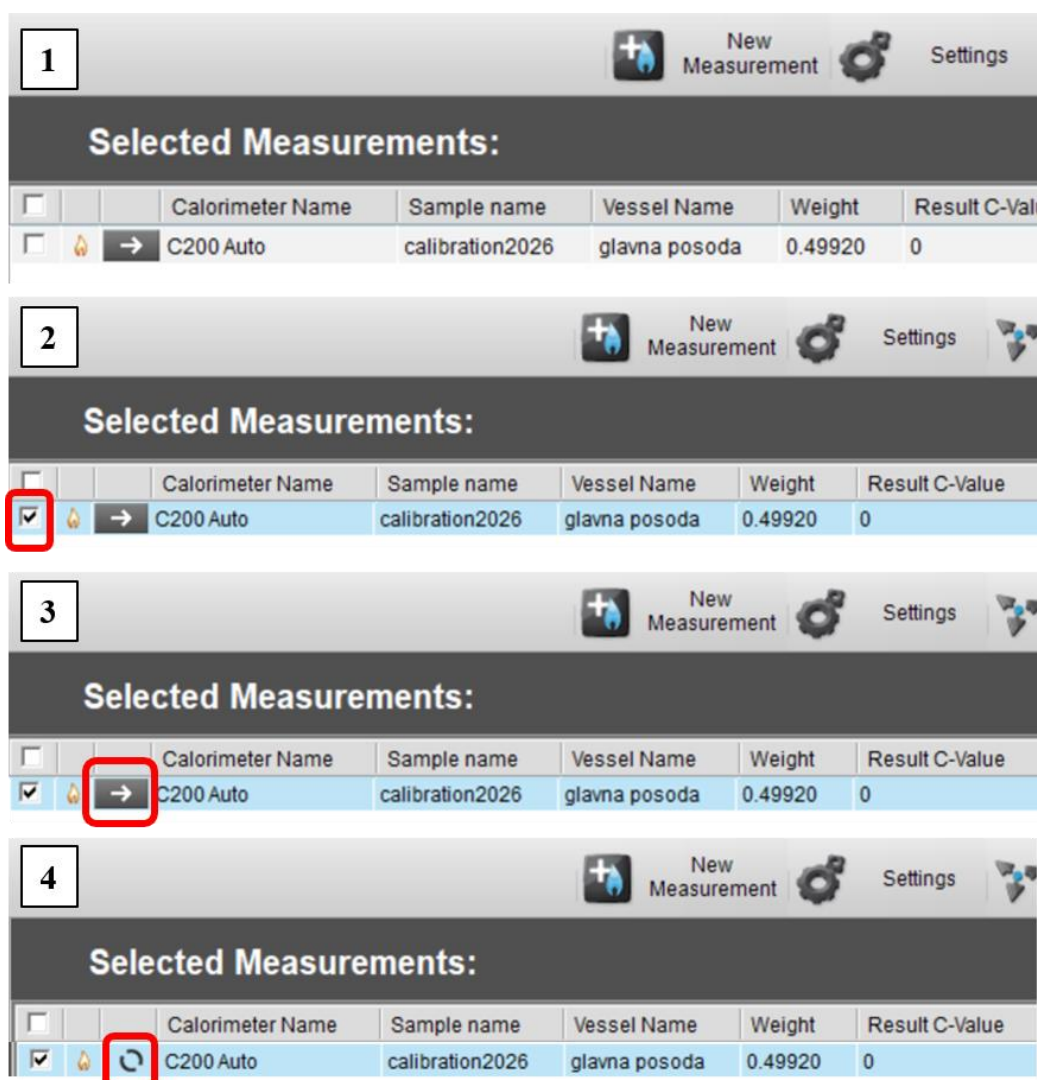
QExt [J]:

Sum External Energies [J]:

Information:

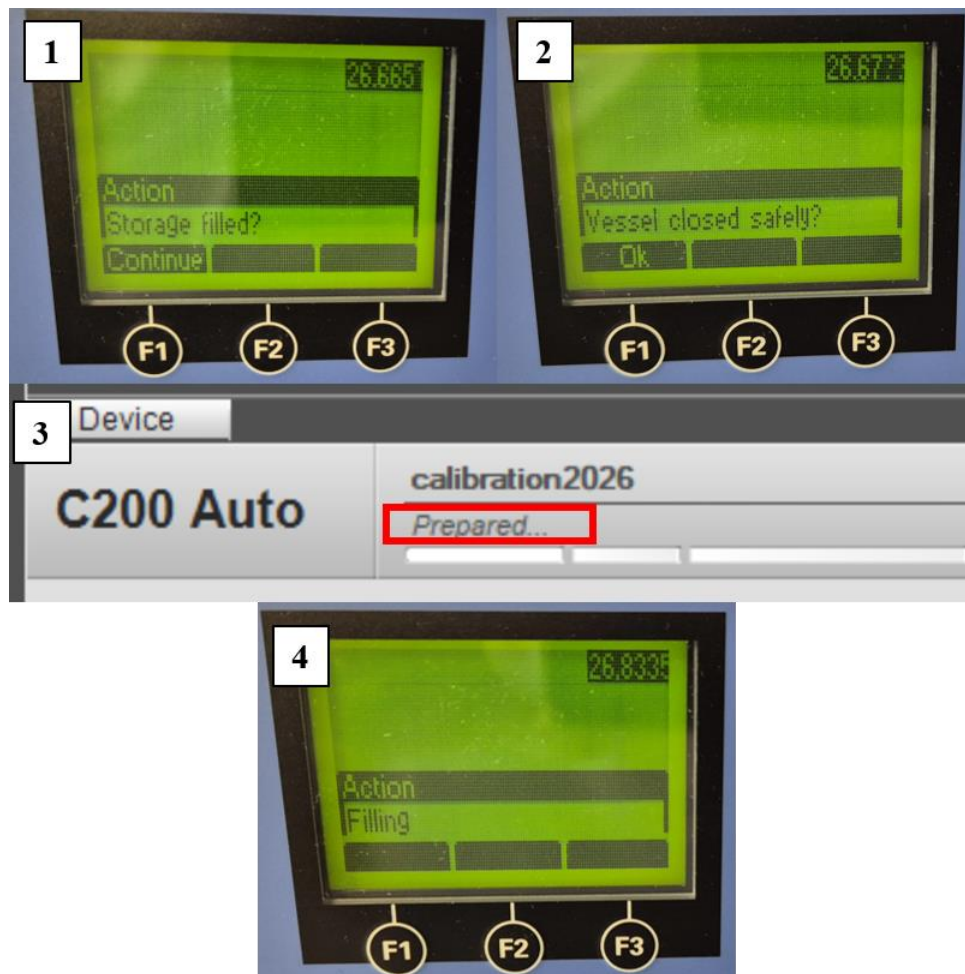
Slika 17: Vnos podatkov v program CalWin.

- 11.) Na seznamu meritev klikni na ime vnesene meritve, da se obarva modro (slika 18-1).
- 12.) Nato na levi strani klikni v prazen kvadratik pri izbrani meritvi, da se pojavi kljukica (slika 18-2).
- 13.) Za začetek meritve klikni na znak s puščico (slika 15-3). Ob začetku merjenja se na mestu znaka s puščico pojavi znak, da se je meritev pričela. Glej sliko 15-4.



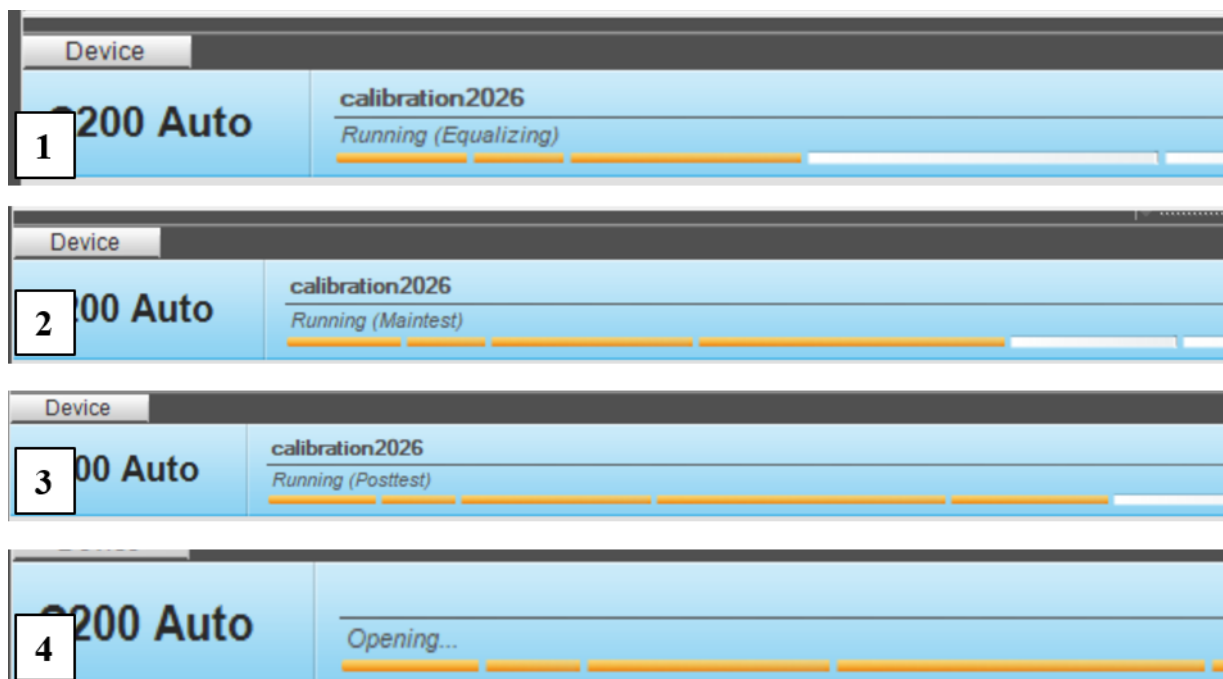
Slika 18: Prikaz korakov za začetek meritve v programu CalWin.

- 14.) Na zaslonu kalorimetra se pojavi varnostno vprašanje "**Storage filled?**", in sicer ali je posoda kalorimetra napolnjena s kisikom in je v njej tlak 30 bar. Klikni na gumb "**F1**" (slika 19-1).
- 15.) Na zaslonu kalorimetra se pojavi varnostno vprašanje "**Vessel closed safely?**", in sicer ali je posoda ustrezno zaprta. Klikni gumb "**F1**" (slika 19-2).
- 16.) V programu CalWin se stanje "waiting" spremeni v "**prepared**" (slika 19-3).
- 17.) Na zaslonu kalorimetra se izpiše "**Filling**", pri čemer se prične odprtina v kateri je posoda, polniti z vodo (slika 19-4).



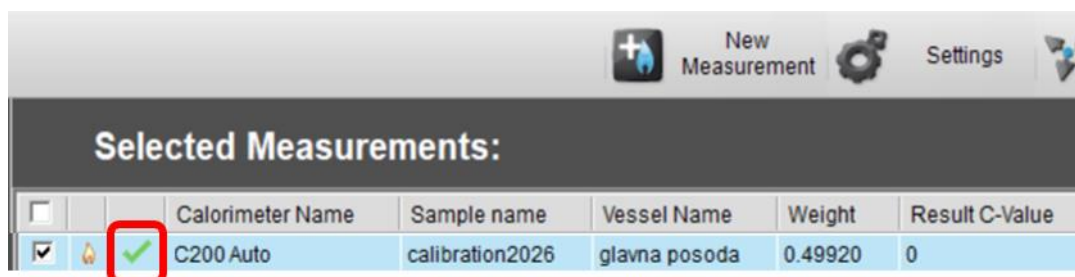
Slika 19: Zagon kalorimetra.

- 18.) Med meritvijo se v programu CalWin stanja spreminjajo v naslednjem vrstnem redu: **Running (Equalizing)**, **Running (Maintest)**, **Running (Posttest)** in **Opening** (slika 20).



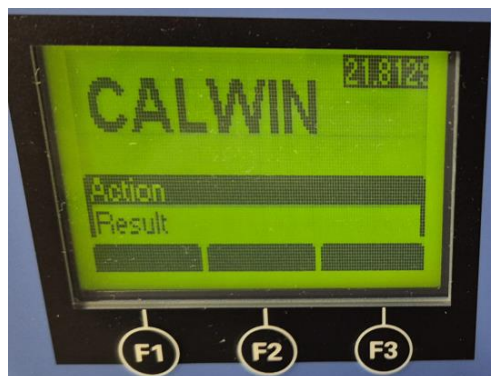
Slika 20: Spremembe stanj v programu CalWin med meritvijo.

- 19.) Ko se v programu pojavi stanje "**Opening**", se poleg izbrane meritve pojavi kljukica ✓ v zeleni barvi, kar pomeni uspešno izvedeno meritev. V kolikor se pojavi znak ✗ v rdeči barvi, meritev ni bila uspešna oz. do vžiga vzorca ni prišlo in določitev kalorimetrične vrednosti ni bila mogoča (slika 21).



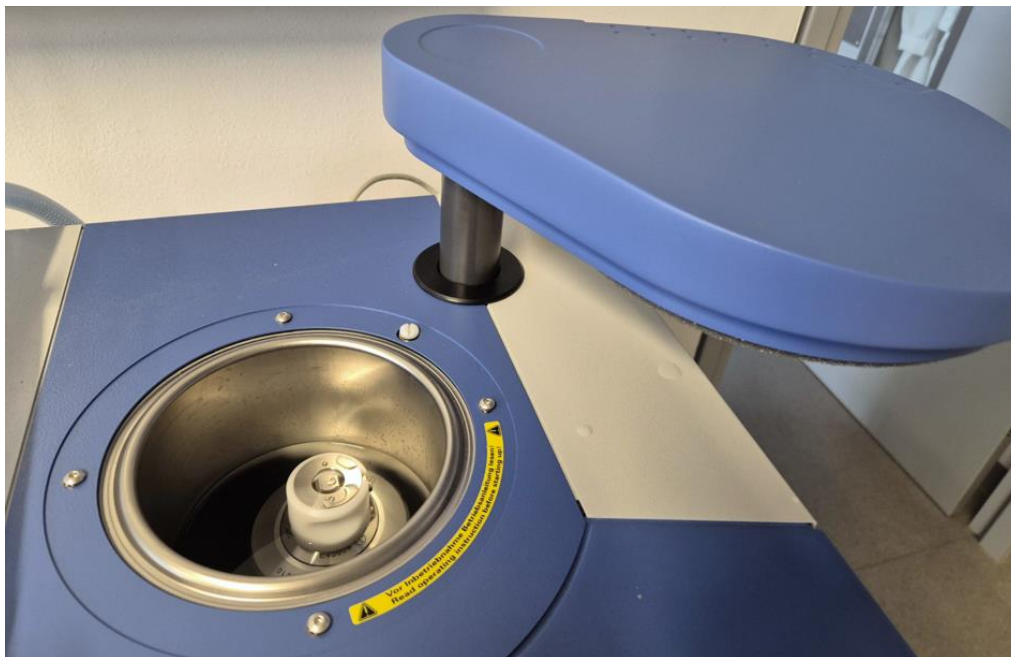
Slika 21: Prikaz uspešno izvedene meritve v programu CalWin.

- 20.) Na zaslonu kalorimetra se izpiše "**Result**" (slika 22).



Slika 22: Prikaz zaključene meritve na zaslonu kalorimetra.

- 21.) Odpri pokrov kalorimetra tako, da najprej pokrov dvigneš in nato obrneš v desno, da ostane odprt (slika 23).



Slika 23: Odprtje pokrova kalorimetra po koncu meritve.

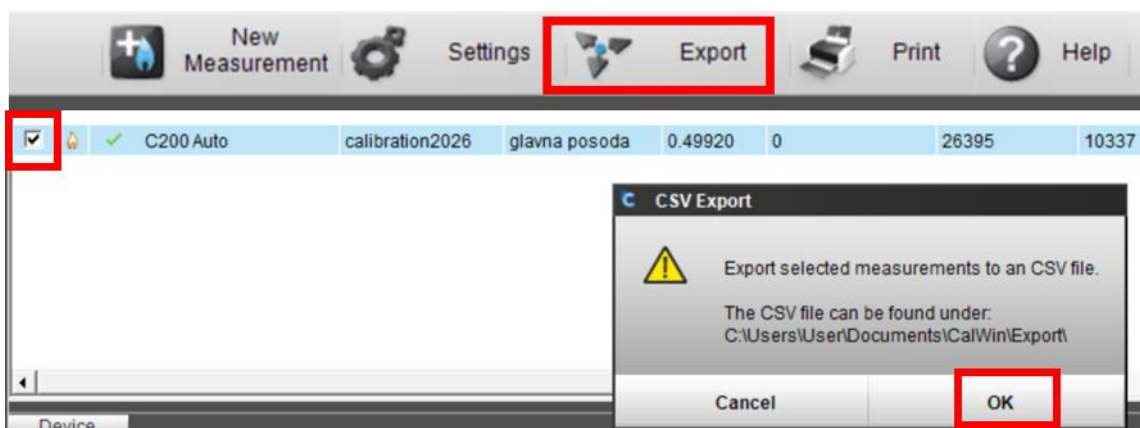
- 22.) Po odprtju pokrova se na zaslonu kalorimetra izpiše "**Emptying**", nato se prične odprtina kalorimetra, ki je napolnjena z vodo, postopoma prazniti.
- 23.) V programu CalWin se po odprtju pokrova kalorimetra stanje spremeni v "waiting".
- 24.) Kalorimetrično vrednost izbranega vzorca odčitamo iz stolpca označenega s **H_o** (slika 24).

Selected Measurements:								
☐		Calorimeter Name	Sample name	Vessel Name	Weight	Result C-Value	Result (H _o)	Vessel C-Value
☒		 C200 Auto	calibration2026	glavna posoda	0.49920	0	26395	10337

Slika 24: Prikaz izmerjene kalorimetrične vrednosti v programu CalWin.

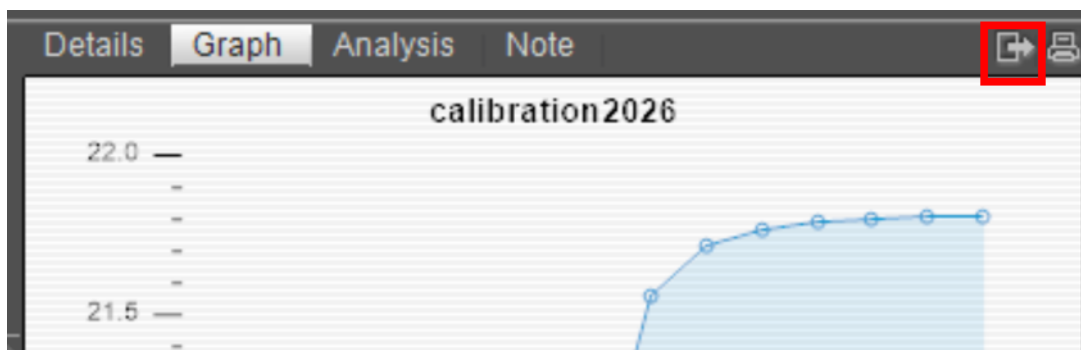
9 IZVOZ PODATKOV

- 1.) Na seznamu meritev poišči meritev, ki jo želiš izvoziti. Na levi strani klikni v prazen kvadratik pri izbrani meritvi, da se pojavi kljukica (slika 25).
- 2.) Nato v programu CalWin klikni "**Export**" (slika 25).
- 3.) Pojavi se okno, kjer s klikom na "**OK**", potrdiš izvoz podatkov CSV datoteko, ki se bo shranila v mapi **Dokumenti\CalWin\Export**.



Slika 25: Izvoz podatkov meritve.

- 4.) Za izvoz grafa v zgornjem desnem kotu grafa klikni na oznako za izvoz grafa (glej sliko 26).
- 5.) Pojavi se okno, kjer s klikom na "**OK**", potrdiš izvoz grafa, ki se bo shranil v mapi **Dokumenti\CalWin\Export**.



Slika 26: Izvoz grafa.

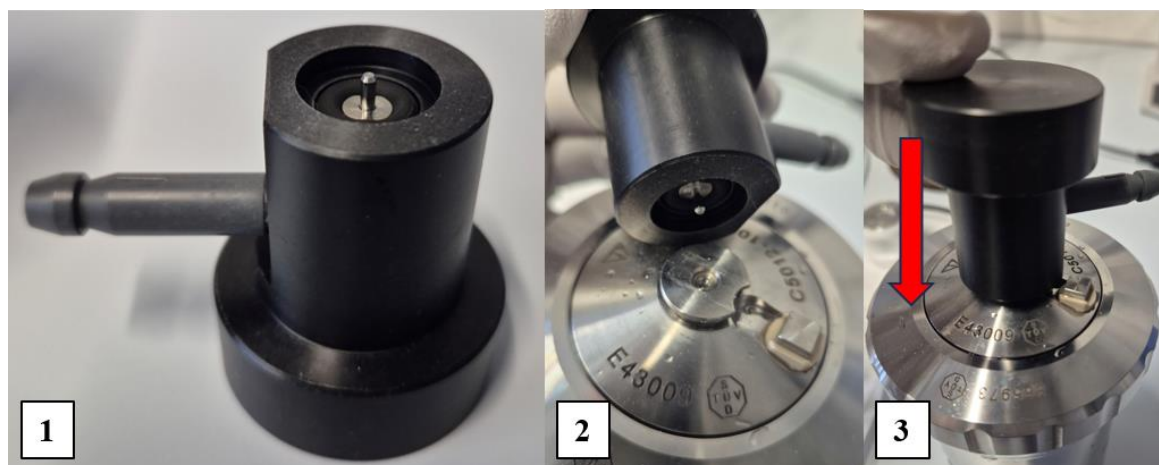
10 ČIŠČENJE PO IZVEDENI MERITVI

- 1.) Počakaj, da se odprtina kalorimetra napolnjena z vodo izprazni.
- 2.) Previdno dvigni posodo kalorimetra iz odprtine in jo postavi na ravno površino.
- 3.) Iz zgornjega dela posode odstrani plastični nastavek tako, da nastavek pritisneš navzdol in ga pomakneš v smeri zatiča. Glej sliko 27.



Slika 27. Odstranitev nastavka na zgornjem delu posode kalorimetra.

- 4.) Plastični nastavek s kovinsko iglo (slika 28-1) postavi na sredino zgornjega dela posode, kot je prikazano na sliki 28-2.
- 5.) Plastični nastavek obrni tako, da bo cevka obrnjena stran od uporabnika oz. oseb v laboratoriju. Lahko tudi v digestoriju.
- 6.) Močno pritisni nastavek navzdol in iz posode se bodo preko cevke sprostili nastali plinski produkti (slika 28-3).



Slika 27: Izpust nastalih plinov iz posode kalorimetra.

- 7.) Previdno odstrani zgornji del (obroč) posode kalorimetra. Glej sliki 10-1 in 10-2.
- 8.) Kovinsko držalo z U nastavkom (slika 10-3) zatakni za zgornji del posode kalorimetra (slika 10-4).
- 9.) Iz posode kalorimetra previdno dvigni srednji del posode z vžigalnim lončkom (slika 10-5).
- 10.) Srednji del posode z lončkom previdno vstavi v držalo na stojalu (slika 10-6).
- 11.) Vžigalni lonček previdno obriši s papirnato brisačo ali suho krpo.
- 12.) Spodnji del posode operi z demineralizirano vodo in ga obriši s suho krpo.

11 POSTOPEK IZKLOPA CELOTNEGA SISTEMA

- 1.) Zapri ventil za dotok kisika do polnilne postaje (glej poglavje Navodila za delo na polnilni postaji).
- 2.) Zaustavi delovanje programa CalWin in izklopi kalorimeter (glej poglavje Navodila za vklop/izklop kalorimetra).
- 3.) Izklopi vodno črpalko (glej poglavje Navodila za vklop/izklop vodne črpalke).
- 4.) Srednji del posode kalorimetra s kovinskim držalom previdno vstavi v spodnji del posode.

Zgornji del posode (obroč) postavi na posodo kalorimetra tako, da se popolnoma prilega navoju, nato ga z obračanjem privij.

12 LITERATURA

Gaisford, S., Kett, V., & Haines, P. (Eds.). (2016). *Principles of thermal analysis and calorimetry*. Royal society of chemistry.

IKA. Calorimeter C200 h auto. Technical data. Dostopno: 21.7.2026.
<https://www.ika.com/en/Products-LabEq/Calorimeters-pg330/C-200-h-auto-10016066/Technical-Data-cptd.html>.

IKA. Calorimeter System C 200 Operating Instructions. Dostopno: 21.7.2026.
https://www.ika.com/owa/ika/catalog.get_file?iProduct=&iDoc=00000000000000200000008742&iType=ma&iLang=EN.

IKA. IKA RC 2 GREEN basic. Dostopno: 21.7. 2026.
https://www.ika.com/owa/ika/catalog.get_file?iProduct=&iDoc=00000000000000200000025430&iType=ma&iLang=EN.

IKA. IKA C 248. Dostopno: 21.7.2026.
https://www.ika.com/owa/ika/catalog.get_file?iProduct=&iDoc=00000000000000200000014703&iType=ma&iLang=000.

Niessen, W. R. (2010). *Combustion and incineration processes: applications in environmental engineering*. CRC Press.

Sarge, S. M., Höhne, G. W., & Hemminger, W. (2014). *Calorimetry: fundamentals, instrumentation and applications*. John Wiley & Sons.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (Eds.). (1993). *Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues*.