

*ELABORAT 1/3:*

**HIDROGEOLOŠKO POROČILO ZA POTREBE IZDELAVE IDP ZA HITRO  
CESTO NOVO MESTO – MALINE TER ZAHODNO NOVOMEŠKO  
OBVOZNICO  
- PO RECENZIJI -**

*Št.: Ic – 371/10*

Direktor IRGO Consulting, d.o.o.:  
*dr. Vojkan Jovičič, univ.dipl.inž.grad.*

*Ljubljana, 15.11.2011*

---

**Naslov:** Hidrogeološko poročilo za potrebe izdelave IDP za hitro cesto  
Novo mesto – Maline ter zahodno Novomeško obvoznico

**Arhivska številka**

**Številka Irgo Consulting:** ic 371/10

**Investitor:** DARS, d.d.  
Ulica XIV. divizije 4  
3000 Celje

**Naročnik:** Geoinženiring, d.o.o.  
Dimičeva 14  
1000 Ljubljana

**Ponudnik:** IRGO Consulting d.o.o.,  
Slovenčeva 93  
1000 Ljubljana

**Direktor:** dr. Vojkan Jovičič, univ. dipl. inž. grad.

**Odgovorni vodja naloge:** dr. Jože Ratej, univ.dipl.ing.geol.

**Nalogo izdelali:** dr. Jože Ratej, univ.dipl.ing.geol.  
Grega Juvan, univ.dipl.ing.geol.  
Miriam Rot, univ.dipl.ing.geol.  
Melhior Pregl, univ.dipl.inž.geol.  
dr. Vlado Vukadin, univ.dipl.ing.geol.

**KAZALO**

1.	UVOD .....	5
1.1	Kratki geološki in geografsko – geomorfološki opis območja trase .....	5
1.2	Pregled predhodnih raziskav .....	6
2.	IZVEDBA TERENSKIH RAZISKAV .....	7
2.1	Hidrogeološko kartiranje .....	7
2.2	Meritve pretokov na vodotokih .....	7
2.3	Izvedba vrtalno raziskovalnih del .....	7
2.3.1	Priprava delovišča za piezometra NMPz-1/10 in NMPz-2/10 .....	8
2.3.2	Tehnične karakteristike izdelave in vrtalna dela .....	9
2.3.3	Notranja cevitev opazovalnih piezometrov NMPz-1/10 in NMPz-2/10 .....	13
2.3.4	Aktivacija piezometričnih vrtin .....	14
2.3.5	Ureditev ustja .....	15
2.4	Hidravlični poizkusi .....	15
2.4.1	Obdelava hidravličnih poizkusov .....	16
2.5	Meritve nivojev podzemne vode .....	17
3.	REZULTATI TERENSKIH RAZISKAV .....	18
3.1	Hidrogeološko kartiranje .....	18
3.2	Meritve pretokov .....	20
3.3	Rezultati hidravličnih poizkusov .....	20
3.4	Nivoji podzemne vode .....	22
4.	HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI .....	23
4.1	Hidrografska mreža .....	23
4.2	Hidrogeološke razmere .....	23
4.2.1	Hidrogeološke enote .....	24
5.	VPLIV PODZEMNE VODE NA GRADNJO IN OBRATOVANJE HITRE CESTE .....	26
6.	ZAŠČITA PODZEMNE VODE .....	27
6.1	Vodni vir Težka voda .....	27
6.2	Ostali zajeti vodni viri (izdana vodna dovoljenja) .....	29
6.3	Potencial za zajem podzemne vode .....	30
6.4	Posebej občutljivi odseki trase bodoče ceste .....	30
6.5	Odvajanje padavinske vode s ceste .....	32
6.6	Ostali ukrepi za zaščito podzemne vode .....	33
6.6.1	Ukrepi za omilitev vplivov v času gradnje .....	33
6.6.2	Ukrepi za omilitev vplivov v času obratovanja ceste .....	34
6.7	Monitoring vpliva ceste na podzemno vodo .....	34
7.	PREDLOG NADALJNJIH RAZISKAV .....	36
8.	ZAKLJUČEK .....	37
9.	VIRI IN LITERATURA .....	38

**KAZALO PRILOG:**

Priloga G 1.1	Hidrogeološka karta obravnavanega območja – Severni del (M= 1:10.000)
Priloga G 1.2	Hidrogeološka karta obravnavanega območja – Južni del (M= 1:10.000)
Priloga G 2	Vzdolžni hidrogeološki profil preko predora Gorjanci (M= 1:2.500)
Priloga G 3	Rezultati meritev pretokov
Priloga G 4	Rezultati hidravličnih poizkusov
Priloga G 5	Tehnični in litološki popis piezometrov NMPz-1 in NMPz-2

## 1. UVOD

Po naročilu izvajalca geoloških raziskav projektanta Geoinženiring, d.o.o. (št. pogodbe naročnik GI-2009-050/MK, izvajalec pc1191/09, investitor DARS d.d. Celje) smo izdelali hidrogeološko poročilo za potrebe izdelave projektne dokumentacije za fazo IDP za predvideno hitro cesto Novo mesto – Maline ter zahodno Novomeško obvoznico, ki jo izdeluje projektant PNZ, d.o.o., Ljubljana. Obravnavani cestni odsek je del širšega razvojnega programa, 3. razvojne osi med Avstrijsko mejo pri Dravogradu in Metliko.

Hidrogeološko poročilo je izdelano na podlagi hidrogeološkega kartiranja, izvedbe hidrogeoloških meritev v piezometrih, analize obsežnega arhivskega gradiva ter rezultatov geološko geomehanskih raziskav, ki so se izvajale hkrati s hidrogeološkimi raziskavami.

V poglavjih 1.1 in 1.2 podajamo kratek pregled geografije, geologije in dosedanjih raziskav obravnavanega območja. V poglavju 2 sledi pregled izvedbe terenskih raziskav, in sicer hidrogeološkega kartiranja (2.1), meritev pretokov površinskih voda (2.2) ter vrtno raziskovalnih del (2.3). Podpoglavje 2.4 opisuje obdelavo in rezultate hidravličnih poizkusov, podpoglavje 2.5 pa meritve nivojev podzemne vode.

V 3. poglavju podajamo hidrološke in hidrogeološke značilnosti celotnega ozemlja ter posameznih hidrogeoloških enot. Poglavje 5 ocenjuje morebitne vplive podzemne vode na gradnjo in obratovanje obravnavane hitre ceste, poglavje 6 pa obravnava vpliv gradnje in obratovanja hitre ceste na količinsko in kemijsko stanje vodnih virov. V tem poglavju je prav tako obdelan način odvodnje padavinske vode s ceste, kot to določa *Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest* (Ur.l.RS 47/05).

### 1.1 **Kratki geološki in geografsko – geomorfološki opis območja trase**

Širše obravnavano območje zaznamujejo predvsem karbonatne kamnine triasne in jurske starosti, občasno pa tudi laporji in laporni apnenci kredne starosti. Na severu pri Novem mestu se v širšem pasu ob Krki pojavlja pliokvartarna ilovnata preperina, ter glineni nanosi pri Prečni. Območje pripada dvema geotektonskima enotama, in sicer Zunanjim Dinaridom, ter prehodnemu območju med Zunanjimi in Notranjimi Dinaridi, kjer so jurski in kredni pelagični sedimenti odloženi diskordantno na triasnih ali starejših kamninah Zunanjih Dinaridov (Placer, 1999). Tretja geotektonska enota, ki se pojavlja, je Krška kotlina, ki pripada molasi zahodnega roba Panonskega bazena. Na severu se pojavljajo skrajni južni obronki Savskih gub. Prelomi, ki se pojavljajo na obravnavanem ozemlju, pripadajo dinarski smeri NW – SE in so desno zmične narave, ter Donački prelomni coni, ki ima smer SW – NE, kar se kaže v sekanju obeh družin prelomov pod skoraj pravim kotom (Placer, 2008).

Trasa hitre ceste prečka nižinski svet Novomeško – Krške kotline, z reko Krko in Novim mestom na severu, proti jugu pa se ozemlje dviguje in prehaja preko Gorjancev, kjer trasa preči najvišje ležeča območja (Mali in Veliki Vrh se dvigujeta približno 700 m n. v.), v Belo krajino.

Gostota hidrografske mreže je največja na severu obravnavanega območja, kjer se v Krko steka Bršljinski potok in Prečna, na desnem bregu pa Škrjanški studenec, potok Petelinec, Težka voda



---

in Klamfer. Proti jugu območja dobiva ozemlje značilnosti kraške pokrajine, ki se kažejo v vertikalnem odtekanju površinske vode in zato redkem pojavljanju vodotokov, opazna pa je tudi kraška morfologija (uvale in vrtače).

## **1.2 Pregled predhodnih raziskav**

V nadaljevanju podajamo kratek pregled geoloških in hidrogeoloških raziskav, ki so bile opravljene na obravnavanem območju. Celoten seznam uporabljene literature je podan v poglavju 9 Viri in literatura.

Leta 1956 je bil izdelan kratek geološki pregled porečja Krke in Kolpe, sledile pa so številne raziskave o oskrbi porečja Krke s pitno vodo in varovanju njenih vodnih virov. Narejeni so bili tudi številni predlogi varstvenih pasov in varstvenih ukrepov za zajetja in vodovode na obravnavanem območju. Ob izdelavi raziskovalne in črpalne vrtine na bližnjih lokacijah (Črmošnjice in v tovarni Revoz Novo mesto) sta bili izdelani poročili o izvedbi omenjenih vrtin. Za območje že omenjene tovarne Revoz je bilo izdano tudi hidrogeološko mnenje glede možnosti odvajanja meteornih vod s ponikanjem. V drugi fazi projekta izgradnje državne ceste 3. razvojne osi je bilo izdelano okoljsko poročilo, v katerem je opisano obstoječe stanje, ocena vplivov in predlog omilitvenih ukrepov za površinske in podzemne vode pri izgradnji obravnavane hitre ceste.

## 2. IZVEDBA TERENSKIH RAZISKAV

### 2.1 Hidrogeološko kartiranje

V marcu in aprilu 2010 smo izvedli hidrogeološko kartiranje ter hidrogeološke meritve v okolici obravnavanega odseka 3. razvojne osi. Ob tem smo hidrogeološko kartirali okolico trase avtoceste, kar vključuje ugotavljanje pojavov izvirov, površinskih vodotokov in drugih vodnih pojavov (močvirja, ribniki) ter meritve elektroprevodnosti in temperature teh voda. Ocenili smo tudi pretoke vodotokov in izdatnosti izvirov na območju trase. Skupno je bilo opravljenih 76 meritev elektroprevodnosti in temperature vode ter ocen pretoka.

### 2.2 Meritve pretokov na vodotokih

18. in 20. maja smo opravljali meritve pretokov površinskih tokov s kemijsko integracijsko metodo oziroma z razredčenjem. Pri tem je potrebno sledilo (kuhinjska sol) raztopiti v zadostni količini vode, preden ga injiciramo v vodotok. Po injiciranju (impulzni vnos) se spremlja vsebnost soli v vodotoku več 10 metrov dolvodno preko meritev elektroprevodnosti v odvisnosti od časa, kar smo beležili s sondo znamke SALINOMADD. Prehod oblaka sledila po vodotoku je nato mogoče preračunati v njegov pretok.

Metoda je primerna predvsem za merjenje pretoka pri nestabilnih in hudourniških vodnih tokovih, nekoliko manj pa pri počasnih pretežno laminarnih tokovih, s kakršnimi imamo opravka na nekaterih mestih na obravnavanem območju. Natančnost uporabljene metode je bila zato preverjena s ponovitvami meritev.

Meritve so bile opravljene na vodotokih Prečna, Petelinec, Težka voda, Klamfer, Bršljinski potok ter Bajer. Na vsakem vodotoku sta bili opravljeni dve meritvi z vnosom različnih količin solne raztopine.

### 2.3 Izvedba vrtalno raziskovalnih del

Na obravnavanem območju smo v okviru hidrogeološkega dela preiskav izdelali 2 piezometra, v katerih smo izvedli meritve nivoja podzemne vode ter hidravlične poizkuse (2 impulzna poskusa) za določitev hidrogeoloških lastnosti kamnin. Koordinate piezometrov podaja Preglednica 1. Litološko-tehnološki popis piezometrov je prikazan v prilogi G 5.

Piezometer	X	Y	Z <sub>terena</sub>	Z <sub>ustja</sub>
NMPz-1/10	72839.28	515232.67	188.26	188.16
NMPz-2/10	74827.51	510242.37	187.21	187.12

Preglednica 1 Gauss-Krügerjeve koordinate izvedenih piezometrov (geodetsko posneto)

---

### 2.3.1 Priprava delovišča za piezometra NMPz-1/10 in NMPz-2/10

V času izdelave opazovalnih piezometrov sta bili delovišči zavarovani. Dovoz vrtalne garniture, materiala, kompresorja ipd. je potekal izključno po dovozni poti, dostop na delovišče pa je bil dovoljen le pooblaščenim osebam. Teren je bil prekrit z vrhno neprepustno PVC folijo, s čemer je bilo onemogočeno zatekanje maziv in olj v podtalje ter kontaminacija podzemne vode. Spoje med cevmi začasnih in cevitvenih kolon je izvajalec mazal le z biološko neoporečno in razgradljivo rastlinsko oziroma živalsko mastjo.

Med samim vrtanjem smo vzorčili izvrtanino od začetne do končne globine vrtine. Dolžina posameznega drogovja v vrtalnem drogovju je znašala 1,5 in 3 m. Izvrtanino oz. jedro smo shranjevali v za to posebej narejene zaboje. Tako je v bilo eni škatli shranjenega cca. 5 m jedra odvisno od premera vrtanja. Dolžina jedrovanja je enaka dolžinam vrtin, to je 31,00 oz. 30,50 m.

## 2.3.2 Tehnične karakteristike izdelave in vrtalna dela

### 2.3.2.1 Opazovalni piezometer NMPz-1/10

Vrtalna dela izdelave opazovalnega piezometra NMPz-1/10 so potekala od 17. 05. 2010 do 20.05.2010. Celotna dolžina piezometra je bila izvrtana z jedrnikom, na podlagi popisa vzorcev pa smo določili geološki profil vrtine. Manevri jedrovanja so potekali med 0,5 in 2,0 m, odvisno od razpokanosti materiala. Po jedrovanju v dolžini cca. 25,0 m je bila vrtina zacevljena z obložnimi kolonami zaradi možnosti zasutja vrtine.

Vrtalna dela so potekala z vrtalno garnituro GEO 305 (Slika 3). Opazovalni piezometer NMPz-1/10 je bil do globine 3,0 m vrtan z jedrnikom premera  $\varnothing 143$  mm in vrtalno nadprofilno krono premera  $\varnothing 146$  mm in jedrovan. Po doseženi globini 3,0 m je bila vrtina povrtana z jedrnikom premera  $\varnothing 178$  mm in zacevljena in zacementirana z uvodno kolono premera  $\varnothing 168$  mm dolžine 1,5 m. Postopek cementiranja je potekal toliko časa, da se je cementna masa pojavila na površini oz. ob zunanji steni na ustju vrtine. Za kvalitetno izvedbo cementacije uvodne kolone so porabili 4 kg cementa in 2 litra vode za pripravo cementne suspenzije.

Po cementaciji uvodne kolone so do globine 3,0 m vrtino zacevili z obložno kolono premera  $\varnothing 143$  mm. Do globine 4,0 m je bilo vrtano z jedrnikom  $\varnothing 128$  mm in vrtalno nadprofilno krono premera 131 mm, od globine 4,0 m pa do končne globine 30,5 m pa z dvojnimi jedrnikom premera  $\varnothing 113$  mm in vrtalno nadprofilno krono premera  $\varnothing 116$  mm. Zaradi razpokanosti kamnine in bojazni zarušitve vrtine so na globini 25 m vrtino najprej povrtali z jedrnikom premera  $\varnothing 131$  mm in vrtino zacevili z obložno kolono premera  $\varnothing 128$  mm. Dolžina jedrnika je bila 3,0 m. Pri samem vrtnanju z jedrnikom izplaka ni bila uporabljena. Podzemna voda je bila med vrtnanjem zaznana na globini cca. 18,0 m. Po doseženi končni globini je bila vrtina razcevljena. Tako je bila vrtina pripravljena na notranjo cevitev (poglavje 2.3.3).

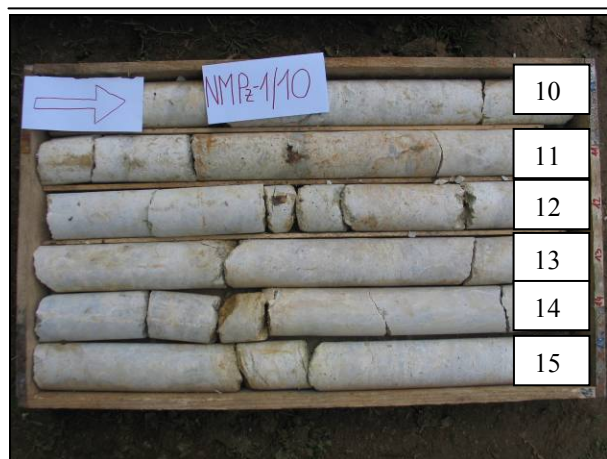


0 – 4 m



4 – 9 m

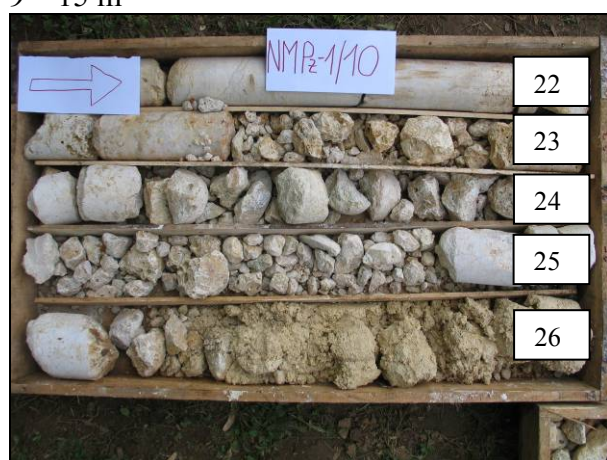




9 – 15 m



15 – 21 m



21 – 26 m



26 – 31 m

Slika 1 Fotografsko dokumentirana jedra opazovalnega piezometra NMPz-1/10:

Litološki opis opazovalnega piezometra NMPz-1/10 je v celoti izdelan na podlagi popisa odvzetega jedra.

Globina (m):	Starost:	Opis:
0,0 – 0,20		Humus.
0,20 – 3,30	Pl,Q	Rjava lahko gnetna glina.
3,30 – 5,60	$T_3^{2+3}$	Svetlo siv razpokan dolomit, mestoma brečast. Nepravilne razpoke so zapolnjene s kalcitom.
5,60 – 6,00	$T_3^{2+3}$	Svetlorjav lapornat dolomit. Dolomit je laminiran s pasovi temnega dolomita in zapolnjen s kalcitom in kremenom.
6,00 – 7,60	$T_3^{2+3}$	Brečasti dolomit.
7,60 – 7,80	$T_3^{2+3}$	Svetlorjav lapornati dolomit. Dolomit je laminiran s pasovi temnega dolomita in zapolnjen s kalcitom in kremenom.
7,80 – 9,10	$T_3^{2+3}$	Siva dolomitna breča s kalcitnim vezivom. Klasti so veliki do 1 cm.
9,10 – 9,30	$T_3^{2+3}$	Brečasti dolomit.
9,30 – 11,90	$T_3^{2+3}$	Siva dolomitna breča s kalcitnimi žilicami. Poleg dolomita je veliko zelenih klastov laporovca. Med klasti je opazna tudi zelena glina. V sp. delu je še dolomitno vezivo in oranžne lise.
11,90 – 12,80	$T_3^{2+3}$	Siv razpokan dolomit. Razpoke so zapolnjene s kalcitom, zapolnitve so tudi v smeri plastnatosti.

12,80 – 20,10	$T_3^{2+3}$	Siv masiven kristalast dolomit s kalcitnimi žilicami. V sp. delu se nahaja laminirani temnosiv meljevec.
20,10 – 20,40	$T_3^{2+3}$	Temno siv mikritni apnenec s kalcitnimi žilicami.
20,40 – 20,75	$T_3^{2+3}$	Siv kristalast dolomit z redkimi kalcitnimi žilicami.
20,75 – 21,50	$T_3^{2+3}$	Siv do rjav kristalast in laminiran dolomit s polami (do 3 cm) temnega mikritnega dolomita.
21,50 – 22,30	$T_3^{2+3}$	Siv kristalast masiven dolomit z žilicami kalcita in Fe- oksidi.
22,30 – 24,50	$T_3^{2+3}$	Močno pretrt dolomit z izpranimi porušenimi deli.
24,50 – 25,15	$T_3^{2+3}$	Porušen dolomit (tektonska cona).
25,15 – 26,00	$T_3^{2+3}$	Zdrobljena tektonska cona; tektonska moka, tektonski zdrob.
26,00 – 26,80	$T_3^{2+3}$	Močno pretrt dolomit. Na 26,50 m rdeče rjava mastna glina.
26,80 – 31,00	$T_3^{2+3}$	Svetlo siv debelokristalast masiven dolomit s kalcitnimi žilicami – rahlo razpokan. Na globini 30,40 – 30,75 m so pasovi in lamine temnega mikritnega dolomita.

### 2.3.2.2 Opazovalni piezometer NMPz-2/10

Vrtalna dela izdelave opazovalnega piezometra NMPz-2/10 so potekala od 21. 05. 2010 do 26.05.2010. Celotna dolžina piezometra je bila izvrtana z jedrnikom, na podlagi popisa vzorcev pa smo določili geološki profil vrtine. Na podlagi popisa vzorcev smo določili geološki profil vrtine. Manevri jedrovanja so potekali med 0,5 in 2,0 m odvisno od razpokanosti materiala. Po jedrovanju v dolžini cca. 18,0 m so vrtino zacevili z obložnimi kolonami zaradi možnosti zasutja vrtine.

Opazovalni piezometer NMPz-2/10 je bil do globine 3,0 m vrtan z jedrnikom premera Ø143 mm in vrtalno nadprofilno krono premera Ø 146 mm in jedrovan, po doseženi globini 2,0 m pa povrtan z jedrnikom premera Ø 178 mm. V tako povrtan odsek je bila vstavljena in zacementirana uvodna kolona premera Ø 168 mm dolžine 1,5 m. Postopek cementacije je potekal toliko časa, da se je cementna masa pojavila na površini oz. ob zunanji steni na ustju vrtine. Za kvalitetno izvedbo cementacije uvodne kolone so porabili 4 kg cementa in 2 litra vode za pripravo cementne suspenzije.

Po cementaciji uvodne kolone je bila vrtina do globine 5,0 m vrtana z jedrnikom premera Ø146 mm in jo zacevili z obložno kolono premera Ø 143 mm. Do globine 6,0 m je bilo vrtano z jedrnikom Ø128 mm in vrtalno nadprofilno krono premera 131 mm. od 6,0 m pa do končne globine 30,0 m pa z dvojnimi jedrniki premera Ø 113 mm in vrtalno nadprofilno krono premera Ø116 mm. Zaradi razpokanosti kamnine in bojazni zarušitve vrtine je bila na globini 18 m vrtina najprej povrtana z jedrnikom premera Ø 131 mm in zacevljena z obložno kolono premera Ø 128 mm. Dolžina jedrnika je bila 3,0 m. Pri samem vrtanju z jedrnikom izplaka ni bila uporabljena. Podzemna voda je bila med vrtanjem zaznana na globini cca. 21,0 m. Po doseženi končni globini je bila vrtina razcevljena. Tako je bila vrtina pripravljena na notranjo cevitev (poglavje 2.3.3).





0 – 4 m



4 – 9 m



9 – 15 m



15 – 21 m



21 – 26 m



26 – 30,5 m

Slika 2 Fotografsko dokumentirana jedra opazovalnega piezometra NMPz-2/10:

Litološki opis opazovalnega piezometra NMPz-2/10 je v celoti izdelan na podlagi popisa odvzetega jedra.

Globina (m):	Starost:	Opis:
0,0 – 0,4		Umetni nasip (humus, opeka, grušč).
0,4 – 3,10	Pl,Q	Rjava lahkognetna glina. V sp. delu več organskih ostankov.
3,10 – 3,50	J <sub>3</sub> <sup>2,3</sup>	Zaglinjen in zameljen grušč.
3,50 – 25,4	J <sub>3</sub> <sup>2,3</sup>	Siv oolitni apnenec. Razpoke so na naslednjih globinah: 7,0 – 9,2 m 12,8 – 14,2 m 21,3 – 21,4 m 22,3 – 22,6 m 24,0 – 25,1 m
25,4 – 30,5	J <sub>3</sub> <sup>2,3</sup>	Razpoke so zapolnjene z rjavo glino. Apnenčeva breča.



Slika 3: Vrtalna garnitura GEO 305, s katero sta bila izvrtana opazovalna piezometra NMPz-1/10 in NMPz-2/10.

### 2.3.3 Notranja cevitev opazovalnih piezometrov NMPz-1/10 in NMPz-2/10

Po končanem vrtnanju smo vrtini zacevili. Za cevitev so bile uporabljene plastične (PVC) piezometrične cevi premera 114 mm (Slika 4).



Slika 4: Vgrajene plastične (PVC) cevi notranjega premera 101,6 mm in usedalnik s čepom.



Delovna kolona oz. notranje PVC cevi so bile spojene z navoji. Dimenzije odprtih filtrov so bile: dolžina 60 mm in širina 0,7 mm. Cevi so bile vgrajene v naslednjem vrstnem redu, kot prikazujeta *preglednici 1 in 2*:

**Preglednica 2 Odseki polnih in filtrskih PVC cevi v vrtini NMPz-1/10.**

Globina (m)	način cevitve
0,00 - 14,50	polne PVC cevi
14,50 - 29,50	perforirane PVC cevi
29,50 - 30,50	polna PVC cev s čepom

**Preglednica 3 Odseki polnih in filtrskih PVC cevi v vrtini NMPz-2/10.**

Globina (m)	način cevitve
0,00 - 14,00	polne PVC cevi
14,00 - 29,00	perforirane PVC cevi
29,00 - 30,00	polna PVC cev s čepom

Po vgradnji plastičnih PVC cevi sta bila opazovalna piezometra pripravljena na ureditev ustja in na aktivacijo.

### 2.3.4 Aktivacija piezometričnih vrtin

Opazovalni vrtini sta bili aktivirani s paralelnim oz. vzporednim air-liftom (Slika 5). Pri paralelnem air-liftu smo dovod zraka preko injektorja oz. sapnice speljali direktno v ustje odvodne alkatene cevi premera 63 mm. Sapnico, ki je bila povezana z alkateno cevjo premera 63 mm, smo spustili na različne globine ter dovajali pritisk skozi tanjšo alkateno cev premera  $\frac{3}{4}$ ". S tem smo očistili oz. posrkali vso drobno frakcijo sedimenta, ki se je nabral na dnu vrtine v usedalniku. Pritisk dovedenega zraka je bil različen. S pomočjo podtlaka smo črpali med 0,2 in 0,3 l/s na posameznem piezometru. S pomočjo podtlaka smo črpali različne količine podzemne vode. Aktivacijo smo večkrat prekinili ter po določenem času ca. 5 – 10 minut nadaljevali.



**Slika 5: Aktivacija piezometrov NMPz-1/10 in NMPz-2/10.**

### 2.3.5 Ureditev ustja

Po izvrtanih in zacevljenih raziskovalnih piezometrih so uredili še ustje vrtine. Najprej je bila v radiu pol metra okrog ustja izkopana 60 cm globoka luknja (Slika 6). Vanjo smo položili AB cev premera 50 cm (NMPz-2/10) in 30 cm (NMPz-1/10), območje okrog cevi pa zasipali. Dno jaška smo zalili z betonom ter vstavili cevko za odvodnjavanje odvečne vode iz jaška piezometra. Na koncu so na plastično PVC cev natakneli še zaščitno kolono ter ustje vrtine zaklenili s ključavnico.



Slika 6: Ureditev ustja piezometrov s povoznim jaškom.

### 2.4 Hidravlični poizkusi

V izvedenih piezometričnih vrtinah ter v geomehanskih vrtinah, ki niso bile opremljene kot piezometri, so bili izvedeni hidravlični poizkusi za potrebe določitve hidrogeoloških parametrov glavnih hidrogeoloških enot na obravnavanem območju. Zaradi pričakovane slabe prepustnosti kamnin in sedimentov so bili izvedeni impulzni poizkusi z dodajanjem vode.

Impulzne poizkuse smo izvedli tako, da smo v vrtino namestili tlačno sondo, preko katere smo kontinuirano merili nivo vode (Slika 7). Časovni interval je znašal 4 sekunde. Vrtino smo napolnili z vodo do določene višine ter preko tlačnih sond merili padec nivoja podzemne vode proti stacionarnemu nivoju.



Slika 7: Oprema za izvedbo nalivalnega poskusa.

## 2.4.1 Obdelava hidravličnih poizkusov

Izvedene impulzne poizkuse smo obdelali po standardnih metodah: metodi Hvorsleva in metodi Cooperja. Metodi sta predstavljeni v nadaljevanju.

### COOPERJEVA METODA ZA IMPULZNE POIZKUSE

Cooperjeva metoda prilagajanja tipskim krivuljam se uporablja ob izpolnitvi naslednjih pogojev:

- vodonosnik je zaprt,
- vodonosnik aproksimiramo kot neskončnega,
- vodonosnik je v vplivnem območju impulznega poizkusa homogen, izotropen in enakomerne debeline,
- pred poizkusom je v vplivnem območju impulznega poizkusa piezometrična gladina horizontalna,
- vodnjak zajema celotno debelino vodonosnika (popolni vodnjak – tok vode proti vodnjaku je horizontalen)
- nivo vode v vodnjaku se spremeni v času  $t_0 = 0$  trenutno,
- tok v vrtino ali iz nje je nestacionaren
- hitrost, s katero voda teče v ali iz vodonosnika, je enaka hitrosti, s katero se spreminja volumen vode v vodnjaku,
- viskozne in trenjske sile vodnega stolpca v vodnjaku ter turbulentne izgube so zanemarljive
- premer vodnjaka je končen, zato se uskladiščenja ne da zanemariti

Enačba Cooperja se glasi:

$$h_t = h_0 F(\alpha, \beta) \quad \text{ali} \quad \frac{h_t}{h_0} = F(\alpha, \beta)$$

pri čemer je:  $\alpha = \frac{r_{ew}^2 S}{r_c^2} \quad \beta = \frac{KDt}{r_c^2}$

$h_0 = \frac{V}{\pi * r_c^2}$  .....začetna sprememba gladine podzemne vode

$h_t$  .....gladina podzemne vode po času  $t > t_0$

$r_{ew}$  .....efektivni radij odprtega dela vodnjaka

$r_c$  .....radij zaprtega dela vodnjaka, v katerem

opazujemo spremembe nivojev podzemne vode

$D$ .....debelina vodonosnika

$K$ .....koeficient prepustnosti

$S$ .....koeficient elastičnega uskladiščenja

$V$ .....volumen odvzete/dodane vode

$$F(\alpha, \beta) = \frac{8\alpha}{\pi^2} \int_0^\infty \frac{\exp(-\beta u^2 / \alpha)}{u f(u, \alpha)} du \quad , \text{ kjer je } f(u, \alpha) = [uJ_0(u) - 2\alpha J_1(u)]^2 + [uY_0(u) - 2\alpha Y_1(u)]^2$$

$u$ ..... brez dimenzijski čas

$J_0(u), J_1(u), Y_0(u), Y_1(u)$  .....Besselove funkcije nultega in prvega reda prve in druge vrste

### METODA HVORSLEVA ZA IMPULZNE POIZKUSE

Metoda Hvorsleva temelji na naslednjih predpostavkah:

- dotok vode v hidrogeološko formacijo ob vsakem času sorazmeren s koeficientom prepustnosti in s spreminjanjem hidravličnega nivoja v vodnjaku
- vodonosnik je homogen in izotropen
- voda in formacija sta nestisljivi
- v vodnjaku ni hidravličnih izgub

Metoda temelji na enačbi:

$$K = \frac{A}{\Delta t \times F} \times \ln \frac{h_1}{h_2},$$

pri čemer je F faktor oblike in je za valj enak:

$$F = \frac{2\pi \times l}{\ln\left(\frac{2l}{D}\right)}$$

K..... koeficient prepustnosti [m/s]  
A..... površina prečnega preseka vrtine [m<sup>2</sup>]  
F..... faktor oblike [m]  
l..... dolžina preiskovanega odseka [m]  
D..... premer vrtine [m]  
 $\Delta t$ ..... sprememba časa [s]  
 $h_1, h_2$ ..... višina vode nad nivojem podzemne vode [m]

## **2.5 Meritve nivojev podzemne vode**

V 2 izvedenih piezometrih so bile petkrat ročno izvedene meritve podzemne vode. Meritve so bile izvedene pri različnih vodnih stanjih, s čemer smo skušali opredeliti razpon nihanja nivojev podzemne vode. Kljub temu, da enkratne meritve dajejo informacijo o trenutnem vodostaju podzemne vode na določenem območju, pa iz teh podatkov ni mogoče sklepati na maksimalni razpon nivojev, ki se na tem mestu pojavljajo. Amplituda nihanja in predvsem maksimalni nivoji podzemne vode so bistven vhodni podatek tako v hidrogeološke izračune morebitnih vtokov podzemne vode v izkope, gradbene jame ipd. kakor tudi v izračune stabilnosti v času izkopa in v času obratovanja hitre ceste.

Zato je potrebno v vse izvedene piezometre vgraditi regulatorje nivoja in temperature, opremljene z avtomatskimi zapisovalci (data-loggerji). Nivoje podzemne vode je potrebno neprekinjeno spremljati vsaj 1 hidrološko leto. Na ta način bo mogoče v nadaljnjih fazah raziskav podati morebitne popravke k zastavljenim tehničnim rešitvam posameznih segmentov ceste prav tako bodo podatki podlaga za presojo vplivov gradnje na podzemno vodo na obravnavanem območju.



---

### 3. REZULTATI TERENSKIH RAZISKAV

#### 3.1 Hidrogeološko kartiranje

V nadaljevanju so predstavljene splošne ugotovitve hidrogeološkega kartiranja. Rezultati hidrogeološkega kartiranja so predstavljeni tudi na karti v prilogah G.1.1 in G.1.2 v obliki: meritev elektroprevodnosti [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ] in ocena pretoka [ $\text{l}/\text{s}$ ].

Bršljinski potok izvira pri vasi Hudo, preko številnih kraških izvirov. Elektroprevodnosti kažejo na napajalno zaledje v malmskih apnencih ( $456 - 487 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), temperature pa ustrezajo povprečnim letnim temperaturam ozemlja, kar kaže na razmeroma globoko napajalno zaledje ( $10^{\circ}\text{C}$ ). Izvir pri Dolnjih Kamencah prihaja na dan v malmskih apnencih, povišana elektroprevodnost ( $629 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) pa bi lahko bila posledica zgoraj ležeče vasi, ki s svojimi odplakami zvišuje količino raztopljenih snovi. Bršljinski potok se nato po malmskih apnencih steka v reko Krko.

Prečna (Temenica) teče po aluvialnih rečnih naplavinah in ilovnatih pliokvartarnih naplavinah. Prečna izvira na kraškem izviru iz zakraselih malmskih apnencev (elektroprevodnosti vodotoka cca  $440 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). Območje je proti izlivu v Krko zamočvirjeno in meliorirano z jarki, kjer so elektroprevodnosti nižje ( $224 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), kar kaže tudi na zastajanje padavinske vode.

Izvira Škrjanče in Boričevo ( $370$  in  $386 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) sta prav tako kraška. Pretok na izviru Škrjanče znaša cca  $5 \text{ L}/\text{s}$ , medtem ko je izvir v Boričevem manj izdaten ( $0.5 \text{ L}/\text{s}$ ). Temperaturi izvirov ustrezata povprečni letni temperaturi območja ( $11.6, 11.9^{\circ}\text{C}$ ). Izvira se skupaj izlivata v Krko.

Izviri Vejerja (Petelinec) prihajajo na dan na južni strani hriba Ušivec, ki predstavlja površinsko razvodnico s severno ležečim izvirom Škrjanče. Dva izvira sta izdatnejša in tečeta na stiku prepustnejših malmskih apnencev s slabo prepustnimi sedimenti, drugi pa se pojavljajo le ob večjih nalivih. Rezultati meritev elektroprevodnosti se gibljejo med  $417$  in  $504 \mu\text{S}/\text{cm}$ , temperature pa med  $9.3 - 10.4^{\circ}\text{C}$ . Pretoki slabše izdatnih izvirov so ocenjeni na  $0.1 \text{ L}/\text{s}$ , zelo izdatnih pa na  $10 \text{ L}/\text{s}$ .

Dolvodno se v strugo izlivajo še drugi izviri, kjer sta najizdatnejša Rakovniški in Lakovniški studenec (elektroprevodnosti  $440$  in  $468 \mu\text{S}/\text{cm}$  ter temperature  $10.7$  in  $10.9^{\circ}\text{C}$ ) pretok obeh pa je bil ocenjen na  $60 \text{ L}/\text{s}$ . Potok Petelinec se nato pri vasi Pogance izliva v Težko vodo.

Izviri Težke vode predstavljajo zajeti in dva prosta izvira. Zajeti izviri imajo visoke izdatnosti, meritve elektroprevodnosti pa se gibljejo med  $333$  in  $398 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Izvira, ki nista zajeta, imata nekoliko višje elektroprevodnosti, pretoka pa sta ocenjena na  $100 \text{ L}/\text{s}$  in  $0.2 \text{ L}/\text{s}$ . Temperature zajetih izvirov se gibljejo med  $9.1$  in  $9.8^{\circ}\text{C}$ , temperature prostih izvirov pa so nekoliko višje ( $10.8 - 11.6^{\circ}\text{C}$ ). Izviri so zavarovani z vodovarstvenim območjem.

Dolvodno se v Težko vodo izliva potok Klamfer, pri vasi Črmošnjice pa iz triasnih dolomitov teče izvir prevodnosti  $539 \mu\text{S/cm}$  in temperature  $9.1 \text{ }^\circ\text{C}$ , pretok pa je ocenjen na  $4 \text{ L/s}$ . Pri vasi Pogance se v potok steka Petelinec, pri vasi Ukrat pa še trije manjši izviri, dva sta preperinskega izvora, višjih elektroprevodnosti ( $576, 620 \mu\text{S/cm}$ ) in manjših pretokov ( $0.1 \text{ L/s}$ ), tretji pa prihaja iz triasnih apnencev, ocenjen pretok znaša  $10 \text{ L/s}$ , izmerjena elektroprevodnost pa  $465 \mu\text{S/cm}$ . Temperature vseh treh se gibljejo med  $11.2$  in  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ . Težka voda se nato pri Novem mestu izliva v Krko.

Potok Klamfer izvira v Gorjancih, daleč stran od obravnavanega območja trase. Zato je bil izmerjen le izvir pri Šentjoštu, imenovan Šentjoščica, ki ima zaledje zakraselih triasnih dolomitov. Izmerjena elektroprevodnost je bila  $473 \mu\text{S/cm}$ , temperatura pa  $9^\circ\text{C}$ . Pretok izvira je bil ocenjen na  $70 \text{ L/s}$ . Temperatura samega vodotoka je znašala  $8.1^\circ\text{C}$ .

Bajer izvira v dveh dolinah, pri Velikem in Malem Slatniku. Pri Malem Slatniku so izviri vezani na padavine in izvirajo na kontaktu bolj prepustnih karbonatnih plasti z manj prepustnimi preperinskimi sedimenti. Elektroprevodnosti izmerjene na izvirih se gibljejo med  $296 - 355 \mu\text{S/cm}$ , temperature med  $8.7$  in  $9.8^\circ\text{C}$ , pretoki pa so ocenjeni na  $3 \text{ L/s}$ . Gorvodno voda zastaja na zamočvirjenih travnikih, izmerjene elektroprevodnosti so med  $330$  in  $425 \mu\text{S/cm}$ , temperature pa so višje in se gibljejo med  $15$  in  $17 \text{ }^\circ\text{C}$ . Skupen pretok je ocenjen na  $30 \text{ L/s}$ .

V Velikem Slatniku ima potok večji pretok, ocenjen je na  $0.17 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ob potoku je umetno narejen jarek, ki pa je na začetku suh, saj se v višjih delih voda steka v naravno strugo. Elektroprevodnost vodotoka je  $430 \mu\text{S/cm}$ , temperatura pa  $10.3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Potoka Malega in Velikega Slatnika se zlijeta skupaj v potok Bajer, ki se pri Grabnu steka v reko Krko. Pred iztekom ima Bajer izmerjene vrednosti elektroprevodnosti  $430 \mu\text{S/cm}$  in temperature  $8.3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Izvir Korita se pojavlja na stiku zgornjetriasnih dolomitov in sedimentov lapornate serije. Izmerjena elektroprevodnost je  $344 \mu\text{S/cm}$ , temperatura pa je  $8.8^\circ\text{C}$ . Pretok je ocenjen na  $<0.1 \text{ L/s}$  (kaplja).

Izvir Grota teče skozi kanal, urezan v zgornjetriasnih dolomitih, ki ležijo na sedimentih lapornate serije. Izmerjena elektroprevodnost je  $488 \mu\text{S/cm}$ , temperatura pa je  $7.9 \text{ }^\circ\text{C}$ . Pretok je ocenjen na  $0.1 \text{ L/s}$ . Temperatura in elektroprevodnost kažeta na globoko zakraselo napajalno zaledje.

Južneje ob trasi se mestoma še pojavljajo izviri, vendar meritve niso bile mogoče saj so izviri zajeti (Dole, Luža).

Krka: meritve elektroprevodnosti in temperature so bile opravljene pri vasi Loke in pri naselju Graben. Izmerjene elektroprevodnosti so znašale  $359$  in  $390 \mu\text{S/cm}$ , temperature pa  $10.7$  in  $9.2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### 3.2 Meritve pretokov

Rezultati pretokov, izmerjenih s kemijsko integracijsko metodo, so podani v nadaljevanju (Preglednica 4), na hidrogeološki karti v prilogah G 1.1 in G 1.2 ter na diagramih prehoda sledila v prilogi G 3.

VODOTOK	KOLIČINA SOLI (G)	DOLŽINA ODSEKA (M)	GLOBINA VODE (CM)	MERITEV (L/S)	PRETOK (L/S)
Bajer	200	20	20	170.5	175.9
	300	20	20	181.3	
Bršljinski potok	1000	40	100	325.4	365.2
	1500	40	100	405	
Klamfer	500	25	35	108.2	111.9
	750	25	35	115.5	
Težka voda	1000	50	47	410.5	416.9
	2000	50	47	423.2	
Petelinec	500	17	11	38.12	38.3
	750	17	11	38.46	
Prečna (Temenica)	2000	65	130	2310	2370,0
	6000	65	130	2430	

Preglednica 4: Rezultati meritev pretokov na vodotokih

Ponovitve meritev, ki so bile izvedene zaradi nizkih hitrosti toka površinskih voda, kažejo na razmeroma dobro ujemanje v večini primerov z izjemo Bršljinskega potoka, kjer relativna napaka znaša 11%. V vseh primerih smo kot reprezentativno vrednost pretoka uporabili aritmetično sredino obeh izmerjenih vrednosti.

### 3.3 Rezultati hidravličnih poizkusov

V nadaljevanju podajamo rezultate vseh opravljenih hidravličnih poizkusov na 14 vrtinah in sicer na 12 geomehanskih vrtinah ter 2 piezometrih. Merska mesta so navedena od severa proti jugu vzdolž trase obravnavane hitre ceste. Potek in obdelava hidravličnih poizkusov sta prikazani v prilogi G 4.

Vrtina	Stacionaža	$K_{\text{Hvorslev}}$	$K_{\text{Cooper}}$	$K_{\text{srednji}}$	Litologija
NMN-2	2,1 km Zahodna ob.	Iztok v kaverno, izračun ni mogoč			Apnenec z redkimi plastmi dolomita ( $J_3^{2,3}$ )
NMPz-2/10	3,5 km Zahodna ob.	1,31E-07	1,04E-07	<b>1,16E-07</b>	Oolitni apnenec in apnenčeva breča ( $J_3^{2,3}$ )
NMV-7	5,2 km Zahodna ob.	3,20E-07	5,35E-07	<b>4,14E-07</b>	Zaglinjen grušč (PI/Q)
NMN-18	9,6 km Zahodna ob.	5,43E-07	6,60E-07	<b>5,99E-07</b>	Zakraseli apnenec ( $J_3^{2,3}$ )
NMPz-1/10	4,3 km	1,82E-06	1,72E-07	<b>1,77E-07</b>	Dolomit ( $T_3^{2+3}$ )
NMO-13/10	6,4 km	5,93E-09	3,20E-09	<b>4,36E-09</b>	Razpokan dolomit - matriks ( $T_3^{2+3}$ ) razmak razpok > preizk. intervala
NMO-27/10	10,1 km	1,05E-06	1,16E-06	<b>1,10E-06</b>	Razpokan dolomit ( $T_3^{2+3}$ )
NMO-28/10	10,6 km	2,83E-06	4,93E-06	<b>3,73E-06</b>	Kompakten dolomit ( $T_3^{2+3}$ )
NMO-28/10	10,6 km	7,45E-07	1,03E-06	<b>8,76E-07</b>	Kompakten dolomit ( $T_3^{2+3}$ )
NMO-36/10	12,3 km + 50 m	8,36E-06	1,68E-05	<b>1,19E-05</b>	Zdrobljen dolomit ( $T_3^{2+3}$ )
V1	14,4 km + 50 m	1,54E-06	1,55E-06	<b>1,54E-06</b>	Mikritni apnenec ( $J_3^{2,3}$ )
V3	16,4 km	1,31E-07	3,80E-07	<b>2,23E-07</b>	Apnenec in apnenčev grušč z glino ( $J_3^{2,3}$ )
JUG-2/10	1,4 km Južna ob.	1,40E-06	1,86E-06	<b>1,62E-06</b>	Zaglinjen grušč (PI/Q)
NMJ-10/10	17,0 km	6,27E-07	8,36E-07	<b>7,24E-07</b>	Občasno prepereli dolomit ( $J_3^{2,3}$ )

**Preglednica 5 Rezultati hidravličnih poizkusov (vrtine so razvrščene glede na stacionaže ceste)**



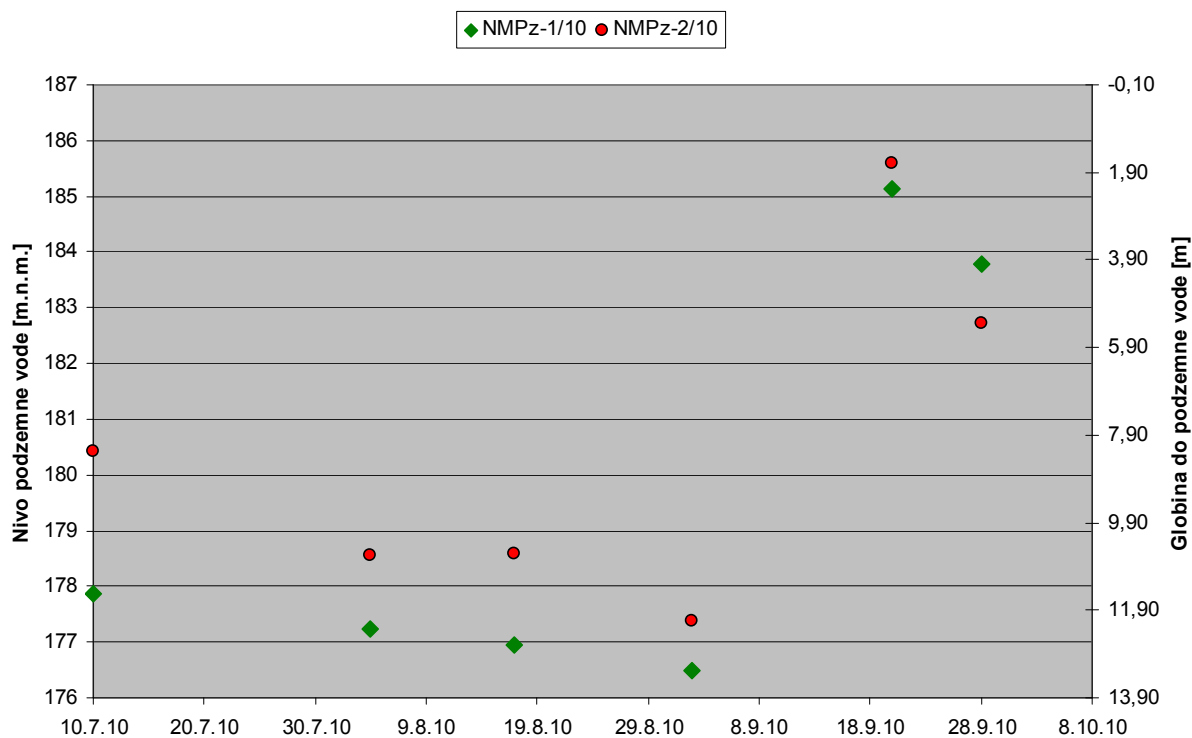
### 3.4 Nivoji podzemne vode

V nadaljevanju so podani rezultati meritev nivojev podzemne vode na obeh izvedenih piezometrih. Meritve smo opravljali med julijem 2010 in septembrom 2010. Ob tem so podani tudi rezultati meritev prehodnosti obeh piezometrov (Preglednica 6 in Slika 8).

Datum	NIVO		PREHODNOST	
	NMPz-1/10	NMPz-2/10	NMPz-1/10	NMPz-2/10
10.7.2010	177,86	180,43	30,24	29,85
4.8.2010	177,24	178,56	30,25	29,85
17.8.2010	176,94	178,58	30,24	29,88
2.9.2010	176,5	177,39	30,24	
20.9.2010	185,13	185,59	30,24	29,88
28.9.2010	183,79	182,72	30,27	29,88

Minimum	176,5	177,39
Maksimum	185,13	185,59
Razpon	8,63	8,2

Preglednica 6 Rezultati meritev nivojev in prehodnosti na izvedenih piezometrih



Slika 8 Nivoji podzemne vode (na desni skali globina od kote terena) v piezometrih NMPz-1 in NMPz-2

Zadnja meritev je bila opravljena dne 20.9.2010, nekaj dni po poplavih, ki so zajele večji del Slovenije, med drugim tudi širše obravnavano območje. Izmerjene vrednosti zato zelo verjetno prikazujejo maksimalne možne kote podzemne vode na obeh lokacijah.

## 4. HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Hidrogeološke razmere podajamo na podlagi pregleda hidrografske mreže, hidrogeološkega kartiranja, meritev nivojev podzemne vode ter rezultatov izvedenih hidravlični poizkusov. Tako so poleg pojavov podzemne vode podane tudi hidrogeološke lastnosti posameznih hidrogeoloških enot na območju, ocenjena generalna smer in hitrost toka podzemne vode, opredeljen odnos med podzemnimi in površinskimi vodami ter ocenjena občutljivost vodonosnika.

### 4.1 Hidrografska mreža

Površinski odtok na obravnavanem območju tvori gostejšo rečno mrežo le na manj prepustnih pliokvartarnih sedimentih ter kamninah lapornate serije. Te kamnine se pojavljajo vzhodno od trase, deloma pa tudi na zahodni strani, kjer nastopa povodje potoka Prečne v ilovnati preperini in aluvialni rečni naplavini. Na takem območju je ozemlje navadno tudi zamočvirjeno. Proti jugu trase, kjer se litološki členi slabše prepustnosti redkeje pojavljajo, prevladuje vertikalni odtok vode skozi debelo nezasičeno cono. Prav tako pa so redki izviri, ki se sicer pojavljajo na stiku karbonatnih kamnin s kamninami slabših prepustnosti. Rečna mreža na tem območju praktično ne obstaja.

Napajalno zaledje vod na obravnavanem območju predstavljajo hribovje Gorjanci na JV, planota Kočevski rog na JZ ter Ajdovska planota na levem bregu Krke na SZ. Vode se stekajo v reko Krko, ki teče proti SV in se pri Brežicah izlije v Savo. V Krko se tako stekajo potok Težka voda, Bajer in Bršlinjski potok, manjši vodotoki pa so še Vejer, Petelinec in Klamfer.

### 4.2 Hidrogeološke razmere

Na obravnavanem območju trase predvidene hitre ceste imamo opravka s kompleksnimi hidrogeološkimi razmerami. Te so v največji meri posledica pestre litološke, delno pa tudi tektonske zgradbe območja. Oba dejavnika sta vodila v zakrasevanje nekaterih hidrogeoloških enot, kar danes narekuje vrsto odtoka ter dinamiko podzemnih vod na večjem delu obravnavanega območja. V splošnem gre z vidika ranljivosti vodonosnih sistemov za občutljivo kraško območje, v katerem se morebitna onesnaževala lahko pretakajo razmeroma hitro in brez pomembnejšega delovanja zaviralnih procesov (sorpcija, ipd.).

Na območju tako prevladujejo zakrasele karbonatne kamnine, na katerih površinska voda hitro ponikne in odteka vertikalno skozi nezasičeno cono, ki je lahko v južnejših delih proti Vahti debela preko 100 m. Izjeme so le viseči horizonti podzemne vode v jurskih apnencih, ki se lahko pojavljajo že plitvo pod površino terena, ter preperinski pokrovi pliokvartarnih sedimentov. Ponikajoča voda se namreč na teh mestih ujame na slabše prepustnih horizontih znotraj prepustnejših kamnin kot viseča podzemna voda (menjavanje laporjev in apnencev v kredni seriji).

Voda nato izvira v obliki številnih kraških izvirov visoke izdatnosti, ki se pojavljajo na podobnih nadmorskih višinah. Hitrost toka podzemne vode je zelo visoka v bolj razpokanih ali zakraselih

conah, medtem ko je v slabo prepustnem matriksu hitrost bistveno nižja. Večina toka je tako tudi količinsko vezana na razpoke in kaverne.

Podzemna voda se z območja Gorjancev, Kočevskega roga in južnega dela Krškega hribovja steka v reko Krko. Nekaj podzemne vode se preko izvirov odvaja v vodotoke. Generalna smer toka podzemne vode je na obravnavanem območju tako proti reki Krki, v srednjem in južnem delu pa tudi proti zajetjem Težka voda. Zaradi odsotnosti sledilnih poizkusov in drugih hidrogeoloških raziskav, usmerjenih v študijo smeri toka na obravnavanem območju, natančnejših zaključkov ni mogoče podati.

#### 4.2.1 Hidrogeološke enote

V nadaljevanju predstavljamo posamezne hidrogeološke enote, ki so prisotne na območju trase hitre ceste. Večji del območja prekrivajo karbonatne kamnine kraško razpoklinske poroznosti, ki so predvsem lokalno lahko zelo dobro prepustne, zaradi česar imamo v splošnem na obravnavanem območju opravka z zelo občutljivim kraškim svetom. Poleg kraško-razpoklinskih vodonosnikov se pojavljajo tudi območja lapornate sekvence, v dolinah vodotokov pa pliokvartarni in kvartarni preperinski in aluvialni sedimenti slabe prepustnosti.

Zgornjetriasni dolomit gradi obsežen del obravnavanega ozemlja. Je plastovit, močno razpokan in pretrt ob prelomnih conah. V razpokah se na površju pojavljajo gline, globlje pa so razpoke mestoma zapolnjene s kalcitom. Oblikovan je razpoklinski, deloma tudi kraško – razpoklinski vodonosnik, sama kamnina (matriks) pa je slabo do srednje dobro prepustna. Na zakraselost kamnine kažejo številne vrtače v dolomitu.

Debelina zgornje triasnega dolomita ponekod znaša tudi do 1200 m. Močnejši pojav vode v vrtini STO – 4/96, ki je izvrtana v to hidrogeološko enoto v bližini izvirov Težke vode, je bil na globini 65 m in se je z globino zvezno povečeval, v vrtini KV – 1/95 pri Koroški vsi pod Gorjanci pa je bila voda pod subarteškim tlakom, pojavila se je na globini 102 m ter se nato dvignila do globine 80 m (Hoetzl, 1996). To kaže na vezanost večjih količin podzemne vode na prelomne sisteme, kjer se podzemna voda pojavlja pod določenim subarteškim tlakom.

Prepustnost zgornjetriasnega dolomita, ki je bil določen s hidravličnimi poizkusi na območju trase, je znašal med  $4,36 \times 10^{-9}$  in  $1,19 \times 10^{-5}$  m/s. Rezultat potrjuje veliko razliko v prepustnostih manj in bolj razpokanih con.

Jurski apnenec (lias) je plastnat in brečast apnenec, ponekod se pojavlja tudi dolomit in apnenec z rožencem. Liasni apneneci gradijo predvsem tanjše pokrove nad triasnimi plastmi. V njih zaradi razlike v prepustnostih med posameznimi litološkimi členi občasno nastopajo viseči horizonti podzemne vode. Poroznost je kraško razpoklinska ter razpoklinska, prepustnost je srednja do dobra. Ker se ta hidrogeološki člen ne pojavlja neposredno na trasi hitre ceste, prepustnost ni bila določena z in-situ meritvami. Ocenjujemo jo na interval  $10^{-7}$  do  $10^{-4}$  m/s.

Jurski apnenec (malm) se pojavlja kot neplastovit apnenec in debeložrnata breča, občasno je tudi plastovit. Redko je vmes tanko plastnat dolomit. Kamnina je razpokana, površinske vode hitro poniknejo. Možno je nastopanje kraških jam in brezen, na površini najdemo z glino in glinastim gruščem zapolnjene vrtače. So dobro prepustne kamnine s kraško in razpoklinsko poroznostjo. Jurski apneneci se pojavljajo na južnem delu načrtovanega predora Gorjanci. Koeficient prepustnosti apnenca je znašal  $1,54 \times 10^{-6}$  m/s, prepustnost dolomita pa v vrtini NMJ-10/10  $7,24 \times 10^{-7}$  m/s.

Zgornje kredni laporovec, laporni apnenec in apnena breča – gre za menjavanje plastovitega lapornatega apnenca s plastmi laporja, pojavlja se tudi apnena breča. Plasti tvorijo slabo izdaten razpoklinski vodonosnik, kjer je odtok večinoma površinski. Na stiku apnenca in laporovca se lahko pojavlja koncentracija podzemne vode. Ker se ta hidrogeološki člen pojavlja na območju predora, je tako mogoče pričakovati lokalno povečane vtoke podzemne vode med gradnjo, saj imamo zaradi razlik v prepustnostih opravka z visečo podzemno vodo. Prepustnost matriksa kamnin ocenjujemo na zelo slabo (red velikosti  $10^{-8}$  m/s), v bolj razpokanih delih pa lahko le-ta znaša tudi več kot  $10^{-5}$  m/s.

Pliocenska-pleistocenska glina – gre za glinasti material z lečami ali primesjo peščenega, redko prodnatega materiala. Krovne plasti so debele 0.1 do 10 m, prepustnost je zelo slaba, koeficient prepustnosti ocenjujemo na interval  $10^{-9}$  do  $10^{-7}$  m/s.

Kvartarni aluvialni sedimenti ležijo v dolinah ob rekah in potokih, predstavljajo pa jih glinasti peščeni prodi do peščeni prodi medzrnske poroznosti in srednje prepustnosti (red velikosti  $10^{-5}$  m/s).

## 5. VPLIV PODZEMNE VODE NA GRADNJO IN OBRATOVANJE HITRE CESTE

Na večjem delu obravnavanega območja je prisotna nezasičena cona, katere debelina znaša tudi preko 100 m, plitvejša je le na območju Krke (praviloma > 5m). Zaradi velike globine do zasičene cone, bistvenega vpliva podzemne vode na gradnjo in obratovanje ceste na večjem delu obravnavanega območja zato ni pričakovati.

Na območju pliokvartarnih meljev in glinastih sedimentov so lahko sedimenti zaradi slabe prepustnosti razmeroma nasičeni z vodo. Takšna vsebnost vode sicer ne bo povzročala pomembnejših dotokov ob vkopih, lahko pa močno vpliva na samo stabilnost brežin. Še posebej je ta efekt mogoč na stiku pliokvartarnih glin in spodaj ležečih lokalno nepretprtih karbonatov, kjer je vsebnost vode najvišja.

Kljub temu, da bo predor Gorjanci grajen v nezasičeni coni, pa se lahko lokalno med gradnjo, posebej ob močnejših padavinah, pojavljajo dotoki vode, kot je prikazano na vzdolžnem profilu v prilogi G 2. V zgornjekredni seriji se namreč podzemna voda ob intenzivnejših padavinah lahko pojavlja lokalno v bolj zakraselih conah med vertikalnim pronicanjem proti zasičeni coni. Pri oceni dotokov smo upoštevali rezultate hidravličnih testov in debelino hribine nad predorom. Opredelitev dotoka smo izračunali s pomočjo Goodmanove enačbe, ki podaja dotoke na meter predora. Enačba opisuje stacionarno stanje v času oziroma tik pred odprtjem. Neposredno po odprtju se sicer zaradi nastalih razlik v tlaku vzpostavi nestacionarno stanje, zaradi katerega dotoki vode sčasoma upadajo.

$$Q_0 = \frac{2\pi KH_0}{\ln(2H_0/r)}$$

K..... koeficient prepustnosti [m/s]

H<sub>0</sub>..... debelina hribine nad predorsko cevjo [m]

r..... polmer predorske cevi [m]

Povprečne dotoke med gradnjo predora ocenjujemo na interval med 0.2 in 0.4 l/s/10 m predora (intervali dotokov so povzeti po RMR klasifikaciji). V prelomnih cona in bolj pretprtih delih kamine ocenjujemo dotoke na 0.4 – 2.1 l/s/10 m predora. Mnoge zdrobljene cone prelomov vsebujejo tektonsko brečo z glinastim vezivom. Kljub nizki prepustnosti teh materialov smo na teh območjih predvideli povečane dotoke vode, saj se ob ožji prelomni coni pojavljata bolj prepustna porušena in razpoklinska cona. Prelomi, kjer so možni povečani dotoki vode, se pojavljajo na stacionažah: km 14.8+50, km 15.0+50 in km 15.8+00. V bližinah obeh portalov ocenjujemo, da bodo zaradi manjšega nadkritja dotoki v predor < 0.2 L/s na 10 m predora.

Ker se napajanje na območju predora vrši izključno z infiltracijo padavin lahko, za oceno skupnega dotoka vode v predor uporabimo podatke o višini padavin. V zadnjih letih je največja vsota dnevnih padavin znašala 76 mm (leto 2008).

Z upoštevanjem prispevne površine nad predorsko cevjo in visoko infiltracijo padavin smo maksimalni možen dotok vode v predor ocenili na 19 L/s (ca 0.01 L/s/10m). Potrebno je poudariti, da bodo realne vrednosti verjetno dosti nižje, ker v oceni niso upoštevane potencialne preferenčne poti vode po katerih lahko voda odteka mimo predora do gladine podzemne vode.

## 6. ZAŠČITA PODZEMNE VODE

Pri izvedbi posega, kakršna je predvidena hitra cesta, je potrebno opredeliti možne vplive posega na obstoječe količinsko in kemijsko stanje podzemne vode. V nadaljevanju zato podajamo pregled pričakovanega vpliva ceste na podzemno vodo, na obstoječe vodne vire ter opredelitev potenciala za zajem podzemne vode na celotnem obravnavanem območju. Podani so posebej občutljivi odseki trase, prav tako so podani ukrepi za zmanjšanje vpliva ceste na podzemno vodo s predpisano vrsto odvodnje padavinske vode s ceste, kot izhaja iz veljavne zakonodaje.

### 6.1 Vodni vir Težka voda

Vodni viri na območju izvira Težka voda so zajetje izvira Težka voda ter vrtini v Stopičah (St-2/87 in St-3/92). Zajetje in vrtini so zavarovani s skupnim vodovarstvenim območjem (Skupščinski Dolenjski list, 13/85, 9/88, 10/88; Uradni list RS, št. 64/95, 23/96), katerega površina znaša 2,4 km<sup>2</sup>. Izvir Težka voda se nahaja na jugozahodnem delu doline, po kateri teče istoimenski vodotok. Na območju se nahajata tudi vrtini St-2/87 in St-3/92, ki ležita na vzhodnem (desnem) delu doline. Okvirne lokacije vodnih virov so navedene v spodnji tabeli (Preglednica 7; vir: MOP-ARSO)

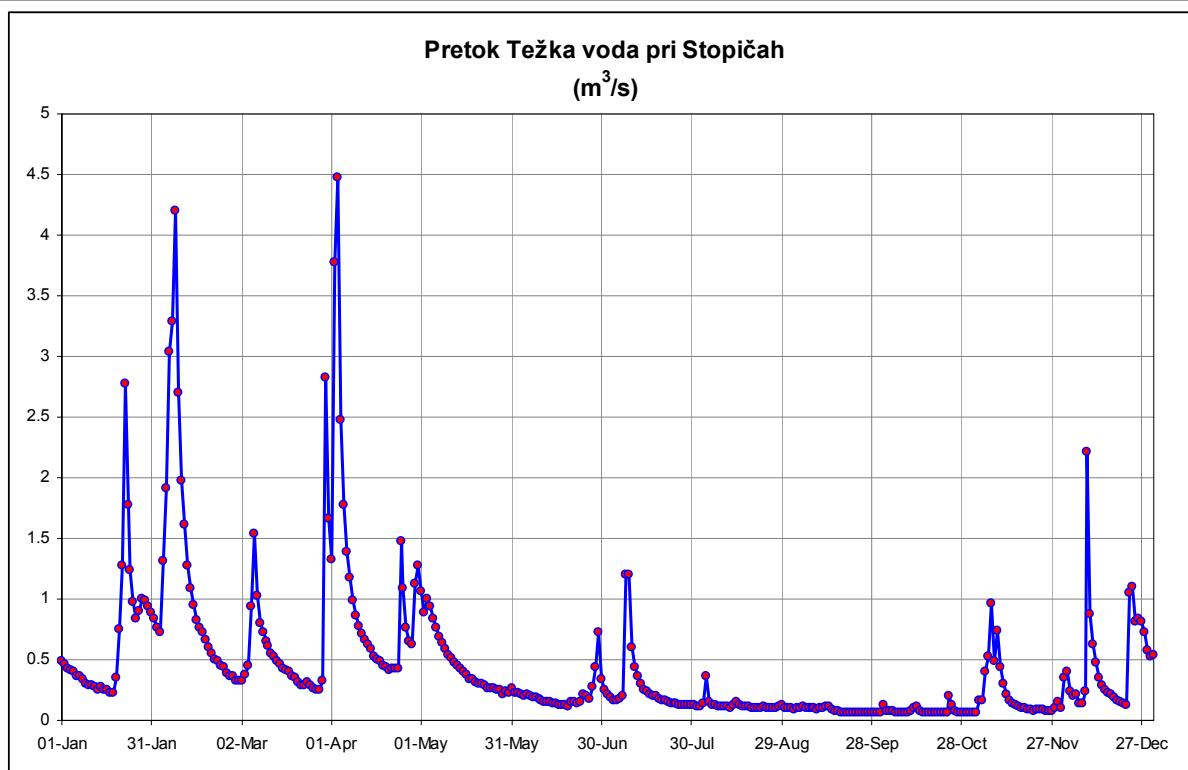
**Preglednica 7: Okvirne lokacije zajetij pitne vode na območju izvira Težka voda in Stopič.**

Oznaka vodnega vira	X (GK):	Y (GK):	Z (~ m n.v.)
Izvir Težka voda	69140	516535	202
St-2/87	69155	516605	195
St-3/92	69276	516508	195

Voda za vodooskrbo Novega Mesta, Stopič, Dolž, Malega Slatnika, Podgrada in Birčne vasi se črpa iz omenjenih vrtin in iz površinskega zajetja. Črpalki v vrtinah sta nameščeni v globinah 140 m (St-2/87) in 110 m (St-3/92). Na zajetju se voda dezinficira s plinskim klorom in UV napravo.

#### KOLIČINSKO STANJE

Podatek o dinamiki nihanja pretoka na izviru Težka voda je povzet iz državnega monitoringa površinskih vod, ki ga izvaja MOP ARSO. Spodnja slika prikazuje podatke za merilno mesto Stopiče, ki se nahaja v bližini izvira. Maksimalni pretok, zabeležen v letu 2009, znaša 4,48 m<sup>3</sup>/s, minimalni pa 0,057 m<sup>3</sup>/s. Prevladujoči letni pretok znaša med 0,16 in 0,2 m<sup>3</sup>/s. Po podatkih Komunale Novo Mesto znaša letni odvzem iz zajetij Stopiče (obe vrtini in zajetje) 1,1 Mm<sup>3</sup>. Povprečni letni odvzem tako znaša okrog 35 l/s.



Slika 9: Pretok Težke vode pri Stopičah v letu 2009.

#### KEMIJSKO STANJE

Kemijsko stanje vodnih virov se preverja tako preko državnega monitoringa podzemnih vod (MOP ARSO) kot tudi z notranjo kontrolo upravljavca vodnih virov (Komunala Novo Mesto). Iz podatkov državnega monitoringa kemijskega stanja podzemnih vod na tem območju sledi, da imajo vode na izviru Težka voda ustrezno kemijsko stanje. Preglednica 8 prikazuje rezultate nekaterih parametrov zajetih v monitoringu kemijskega stanja na izviru Težka voda.

Preglednica 8: Rezultati monitoringa kakovosti podzemne vode na izviru Težka voda v letih 2007, 2008 in 2009 (vir: MOP-ARSO).

Leto	Nitrati [mg NO <sub>3</sub> /l]	Atrazin [mg/l]	Desetil-atrazin [mg/l]	Metolaklor [mg/l]	Bentazon [mg/l]	Vsota pesticidov [mg/l]	Ocena ustreznosti / kemijsko stanje
2007	8.5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0	Ustrezno
2008	8.3	0.02	<LOQ	<LOQ	0.03	0.07	Ustrezno
2009	7.3	0.01	0.02	-	-	0.04	Ustrezno

<LOQ = vrednosti pod mejo detekcije

Upravljavec vodnih virov izvaja tudi redne meritve kemijskega stanja v sistemih za vodooskrbo. Tako je bilo v letu 2010 na vodovodnem sistemu Novo mesto-Stopiče odvzetih 114 vzorcev vode. Od teh jih je bilo 5 neustreznih, razlog za to pa je bil zastajanje vode v sistemu.

V letu 2010 je bilo potrebno prekuhavanje vode iz vodnih virov na območju izvira Težka voda zaradi povišane motnosti, ki je najpogostejši fizikalni parameter, ki povzroči neustreznost vode.



## 6.2 Ostali zajeti vodni viri (izdana vodna dovoljenja)

Na podlagi evidenc vodnih virov, ki jih vodi Agencija RS za okolje preko baze vodnih dovoljenj, ter na podlagi baze zajetih izvirov, ugotovljenih med hidrogeološkim kartiranjem, smo ocenili možnost vpliva ceste na posamezne vodne vire. Pri tem smo upoštevali lokacijo vodnega vira glede na smer in hitrost toka podzemne vode, oddaljenosti od trase in vrste posega v napajalnem območju vira (vkop, nasip, predor, ipd). Vplivov na povezovalno infrastrukturo (cevovodi med zajetjem in porabniki) ne podajamo. Prav tako ne moremo podati vpliva posameznih začasnih ali trajnih spremljevalnih objektov (dostopne poti, ipd), ki bodo določeni v naslednjih fazah projektiranja.

Na območju predvidene hitre ceste med Novim mestom in Malinami se nahaja 7 vodnih virov, na katere bo v različnih merah vplivala izgradnja hitre ceste. Cesta ne bo uničila nobenega vodnega vira pitne vode ali vira vode za druge potrebe. Prav tako ni pričakovati vpliva na količinsko stanje vodnih virov, možni, a zelo malo verjetni, so le vplivi na kemijsko stanje nekaterih vodnih virov.

Preglednica 9 podaja imena, lokacije, namen, porabo vodnih virov, na katere lahko vpliva predvidena cesta.

**Preglednica 9 Vodni viri na obravnavanem območju (ARSO, Atlas okolja) z lokacijami glede na predvideno hitro cesto ter opredeljenim vplivom**

Vodni vir (lastnik)	X	Y	Stacionaža	Namen	Vrsta vodnega vira	Predvidena poraba [l/dan]	Vpliv na vodni vir
Aleš Zoran	510475	76918	1,5 km – zahodna obvoznica	Lastna oskrba s pitno vodo	Neznano	/	Brez vpliva
Ursa Slovenija, d.o.o.	511812	74090	4,5 km – zahodna obvoznica	Voda za tehnološke namene	Vodotok Krka	1100000 m <sup>3</sup> /leto	Brez vpliva
Holding Slovenske železnice, d.o.o.,	512463	73983	5 km – zahodna obvoznica	Voda za druge namene	Izvir	30 m <sup>3</sup> /leto	Brez vpliva
Krka, tovarna zdravil, d.d., Novo mesto	514403	74720	2 km	Voda za tehnološke namene	Vodotok Krka	3200000 m <sup>3</sup> /leto	Brez vpliva
Jože Mikec	516579	73816	3,5 km	Voda za druge namene	Izvir	0,5 l/s	Brez vpliva
Gozdno gospodarstvo Novo mesto	513525	72418	4,5 km	Namakanje kmetijskih in drugih površin	Vodotok Težka voda	1125 m <sup>3</sup> /leto	Potencialni vpliv na kvaliteto vode
Ljubica Zorič	514423	71430	6 km	Voda za druge namene	Vodotok Težka voda	30 m <sup>3</sup> /leto	Potencialni vpliv na kvaliteto vode

Poleg navedenih zajetij je vpliv ceste mogoč tudi na zajetje Težke Vode ter Stopiče. Zaradi zgodnje faze raziskav, posebnih meritev za opredelitev vpliva gradnje in obratovanja ceste na ta zajetja nismo mogli izvesti. V naslednjih fazah je opredelitev tega vpliva eno ključnih hidrogeoloških vprašanj.



### **6.3 Potencial za zajem podzemne vode**

Zaradi velike debeline ter dobre prepustnosti mezozojskih karbonatnih plasti imamo na obravnavanem terenu opravka z velikim potencialom za zajetje podzemne vode. Ta potencial je vezan predvsem na količinsko stanje podzemne vode, manj pa na kemijsko stanje, kar je posledica hitrega toka podzemne vode in potencialnega izpiranja onesnaževal iz nezasičene v zasičeno cono. Z vidika kemijskega stanja je zato v primerjavi s samim količinskim stanjem težje zagotavljati ustreznost podzemne vode.

Prav zaradi hitrega vertikalnega odtoka so ti vodonosniki tudi zelo ranljivi, zaradi česar je potrebno ukrepom za zaščito podzemne vode na tem območju posvetiti vso pozornost.

### **6.4 Posebej občutljivi odseki trase bodoče ceste**

Vzdolž trase smo izločili območja, ki so občutljiva z vidika onesnaženja podzemne vode in predvsem vodnih virov pitne vode. Območja so bila določena glede na hidrogeološke razmere, lego v odvisnosti od vodnega vira pitne vode ter glede na načrtovan poseg. Tako so kot občutljiva območja določena območja v zaledjih vodnih virov, zavarovanih v vodovarstvenimi pasovi ter posamezna območja predvidenih vkopov.

V pretežnem delu raziskovalnih vrtin se nad občutljivim dolomitnim vodonosnikom pojavlja do 2 m debela plast rjave in rdeče gline, katere lateralni obseg ni poznan. Na območjih vkopov (in delno tudi drugje) bo plast odstranjena že pri začetnih gradbenih delih. Tanjše zaščitne plasti tako pri določitvi občutljivih območij niso bile upoštevane.

Trasa vodovarstvenih območij sicer ne prečka, se jim pa v posameznih delih približa. Tako na stacionaži km 10.5+000 poteka manj kot 100 m jugozahodno od VVO III vodnega vira Težka voda in Stopiče (Skupščinski Dolenjski list, 13/85, 9/88, 10/88; Uradni list RS, št. 64/95, 23/96). Predor pod Gorjanci poteka okrog 630 m zahodno od VVO III vodnega vira Gornji Suhor (odlok o zaščiti vodnih virov na območju Gornjega Suhorja in območju črpališča Obrh v Metliki (Ur.l.RS, 36/92)). Na tem mestu je predor sicer ca 200 metrov pod površjem.

Občutljiva območja so prikazana v prilogi G 1.2.

#### **1. OBMOČJE TEŽKE VODE**

Območje se nahaja v zaledju vodnih virov Težka voda in Stopiče, skupna dolžina trase znotraj tega občutljivega območja pa znaša 3,57 km (stac. km 9.5+066 - stac. km 13.1+050).

Zaradi neposredne bližine vodovarstvenega območja in več predvidenih vkopov za cesto smo znotraj tega območja opredelili tudi odsek, za katerega je potrebno cestišče predvideti v neprepustni izvedbi. Ta odsek je dolg 1.54 km in se začne na začetku vkopa pod vzpetino Boršt (stac. km 9.5+066) in se zaključi na severnem delu predora Koroška vas (stac. km 11.0+000), slabih 500 metrov od meje vodovarstvenega območja vodnih virov Težka voda in Stopiče. Ukrep tesnitve cestišča se optimira v fazi PGD, kot je podano v naslednjem podpoglavju.

## 2. OBMOČJE GORNJI SUHOR

V občutljivo območje uvrščamo tudi območje predora pod Gorjanci. Glede na rezultate preiskav predor najverjetneje poteka po nezasičeni coni ali lokalno občasno zasičeni coni. Gradnja v takšnih razmerah predstavlja tveganje za onesnaženje podzemne vode, saj hidravlični gradienti niso usmerjeni v predor temveč lahko potencialno onesnaženje gravitacijsko odteka do podzemne vode. Sledilni poizkusi, izvedeni v preteklosti na širšem obravnavanem območju, nakazujejo, da se vode z območja Gorjancev stekajo tudi v vodne vire Težka voda in Stopiče. Dolžina občutljivega območja Gornji Suhor, ki zajema celotno dolžino predora med obema portaloma, znaša 2,06 km.

### 6.5 Odvajanje padavinske vode s ceste

Način odvajanja padavinske vode z javnih cest predpisuje *Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest* (Ur.l.RS 47/05). Uredba deli vrste odvajanja padavinske vode s cest na točkovno in razpršeno odvajanje:

- TOČKOVNO ODVAJANJE je odvajanje padavinske odpadne vode preko iztoka usedalnika, lovilca olj, zadrževalnika padavinske odpadne vode ali čistilne naprave odpadne padavinske odpadne vode;
- RAZPRŠENO ODVAJANJE je odvajanje padavinske vode z utrjenih, tlakovanih ali z drugim materialom prekritih površin objektov s prelivanjem preko njihovih mejnih robov ali pri odvajanju padavinske odpadne vode preko posamičnih iztokov ali preko jarkov za zbiranje in odvajanje padavinske vode iz teh površin

Padavinske vode na javnih cestah lahko glede na način nastanka padavinskega odtoka razdelimo na tri vrste:

- LASTNE VODE so padavinske vode, ki padejo na *utrjene površine* javnih cest. Glede na lokalne danosti, prometno obremenitev in v uredbi predpisane kriterije je za lastne vode urejeno zbiranje, odvodnja in po potrebi še obdelava padavinskih odpadnih voda.
- ZALEDNE VODE so padavinske vode, ki padejo na *neutrjene površine* javnih cest, kot so npr. zatravljene površine pobočij na odsekih v vkopu ipd. in se razpršeno stekajo proti cestnemu telesu. Zaledne vode niso v stiku z vodami s cestišča, zato se praviloma posebej zbirajo in odvajajo ločeno od lastnih voda.
- TUJE VODE so vode, ki nastajajo drugje, in so samo v posrednem stiku s cestnim svetom, saj sicer dotekajo z gorvodnih, z javnimi cestami nepovezanih področij po vodotokih ali pa razpršeno in je zanje posebej urejeno le križanje s cestnim telesom (npr. prepust).

Zaledne vode in tuje vode je dovoljeno odvajati brez monitoringa in čiščenja v sprejemnik padavinske vode, saj niso podvržene onesnaževanju s cest. Lastne vode je mogoče odvajati razpršeno le v primeru, ko trasa ceste ni v varovanem območju ter ne presega kriterijev iz Uredbe (Preglednica 10), v nasprotnem primeru je potrebno vodo odvajati točkovno. V primeru, da se z monitoringom ugotovi preseganje kriterijev iz priloge 2 Uredbe, je potrebno pred izpustom vode v sprejemnik padavinske vode zagotoviti tudi dodatne ukrepe za čiščenje.

Obseg čiščenja je odvisen od hidrogeoloških lastnosti vodonosnikov, pravnih režimov varovanih območij ter intenzivnosti prometa. Tako v splošnem za območja, ki niso območja s pravnim režimom, zadoščajo gravitacijski lovilci olj v betonski ali zemeljski izvedbi. V primeru območij s pravnim režimom pa je potrebno glede na določbe vodovarstvenih aktov morda zagotoviti zahtevnejše ukrepe, kot so npr. koalescentni lovilci olj. Pri tem mora biti zagotovljeno čiščenje samo za količine odpadne vode kritičnega naliva, ki se določi za čas trajanja padavin 15 minut in intenzivnost 15 l/s/ha.

**Preglednica 10 Kriteriji, ki opredeljujejo, kdaj je potrebno lastne padavinske vode odvajati točkovno**

Hidrogeološke / hidrološke razmere		Dnevno povprečje pretoka vozil [EOV/dan]
A	Kraški vodonosniki	> 6.000
B	Medzrnski in razpoklinski vodonosniki	> 12.000
C	Padavinska odpadna voda odvaja neposredno v vodotok ali morje	> 12.000
D	Območja z vodoprepustnostjo $K_{\text{srednja}} < 10^{-6}$ m/s	> 40.000

Na obravnavanem območju med Novim mestom in Malinami bo potrebno **na celotnem odseku zagotoviti točkovno odvodnjo padavinskih vod**. To je predvsem posledica dejstva, da je vertikalni odtok vezan na razpoklinske cone, ki imajo prepustnost višjo od mejne vrednosti  $10^{-6}$  m/s, kljub temu, da so deli posameznih hidrogeoloških enot lahko tudi slabše prepustni. Tako bo potencialno redno in občasno onesnaženje s ceste odtekalo po razpoklinskih conah, katerih lega v prostoru ne dopušča menjavanja točkovne in razpršene ureditve odvodnje s ceste.

Poleg tega je potrebno na delih posebej občutljivih območij v zaledju vodnega vira Težke vode, ki so na karti v prilogi G 1.2 označeni z rdečo ter opredeljeni v poglavju 6.4, **predvideti tesnjenje cestišča**. V okviru raziskav v višjih fazah obdelave se nato ta ukrep optimira in sicer na podlagi detajlnejših pregledov in izvedbe infiltracijskih testov na posebej občutljivih območjih. Pri trenutni stopnji poznavanja območja v fazi IDP brez nadaljnjih preiskav namreč ni mogoče nedvoumno presoditi vseh potrebnih ukrepov.

## 6.6 Ostali ukrepi za zaščito podzemne vode

### 6.6.1 Ukrepi za omilitev vplivov v času gradnje

V nadaljevanju podajamo opis ukrepov, ki jih je pri izvajanju posegov v okolje potrebno upoštevati. Med gradnjo je namreč nevarnost onesnaženja podzemne vode največja. Zaščitni ukrepi se morajo izvajati na celotnem območju gradbišča, transportnih poteh in drugih manipulativnih površinah, ki so v povezavi s predvidenimi posegi ob gradnji predvidenega objekta.

Najpomembnejši ukrepi v času gradnje so:

- Gradbišče mora biti organizirano tako, da je verjetnost onesnaženja zmanjšana na najmanjšo možno mero.
- Posegi v tla, odstranjevanje krovnih plasti naj se izvaja tako, da bodo prizadete čim manjše površine tal.

- Začasne prometne in gradbene površine ter začasna odlagališča materiala naj se prednostno uporabijo obstoječe infrastrukturne in druge manipulativne površine. Na območju začasnega odlagališča izkopanega materiala je potrebno zagotoviti zbiranje in odstranjevanje odpadnih voda, v kolikor le-te nastajajo. Začasna odlagališča, začasna skladišča, pretakalne ploščadi, betonarne in druge enote, ki lahko predstavljajo tveganje za podzemno vodo, **ne smejo biti locirana na odsekih bodoče ceste, ki so v poglavju 6.4 in na karti v prilogi G1.2 označena kot posebej občutljiva območja.**
- Pri gradnji se smejo uporabljati le tehnično brezhibna vozila in naprave, ki morajo biti opremljena z lovilci olj in nevtralizacijskim sredstvom, redno pa se mora preverjati puščanja motornih olj, maziv ipd. V primeru iztekanja je potrebno takoj uporabiti nevtralizacijsko sredstvo in onesnaženo zemljinu odstraniti in predati skladno z veljavno zakonodajo.
- V času gradnje mora biti organizirana intervencijska skupina, ki mora imeti navodila o postopku v primeru izlitja nevarne snovi.
- V zemeljske nasipe in tampone se ne sme vgrajevati materialov, iz katerih bi se lahko izprale ali izlužile snovi, ki bi onesnažile podzemno vodo.

#### **6.6.2 Ukrepi za omilitev vplivov v času obratovanja ceste**

- Zagotovljeno mora biti:
  - ustrezno dimenzioniranje zadrževalnikov, ki morajo biti sposobni zadržati celotni volumen onesnaženja v primeru razlitja
  - redno vzdrževanje vseh naprav, napeljave in opreme,
  - nadzor tesnosti kanalizacijskega sistema,
  - nadzor tesnosti bazenov oz. zadrževalnikov,
  - zanesljiv kontrolni sistem javljanja poškodb na sistemu odvodnje,
  - sistem za obveščanje in intervencijo v primeru razlitja
- Izdelan mora biti program postopkov in ukrepov (poslovnik za ukrepanje v primeru onesnaženja), ki jih je potrebno izvajati v primeru prometne nesreče, raztrosa nevarnega tovora ali nepravilnosti pri vzdrževanju ceste in delovanju sistema odvodnje (kanalizacija, zadrževalniki).
- Sredstva za preprečevanje zmrzali se morajo uporabljati nadzorovano in v količinah, ki so še učinkovite, pa kljub temu ne povzročajo prekomernih emisij v podzemno vodo.

#### **6.7 Monitoring vpliva ceste na podzemno vodo**

V času pred izgradnjo ceste je potrebno za ugotovitev dinamike nihanja nivoja podzemne vode na piezometrih, izvedenih v tej in v naslednjih fazah, opravljati zvezne meritve količinskega stanja podzemne vode. Rezultati meritev bodo namenjeni natančnejši določitvi hidrogeoloških pogojev na območju posameznih objektov hitre ceste ter s tem ustreznosti načrtovanih tehničnih rešitev.

Prav tako je potrebno na vseh piezometrih, ki ležijo dolvodno od hitre ceste, opraviti ničelne meritve kemijskega stanja ter izvajati meritve tudi v času obratovanja.

Pred pričetkom izvajanja monitoringa mora biti izdelan program monitoringa količinskega in kemijskega stanja podzemne vode, ki mora natančno podati merska mesta, frekvenco in pogoje

odvzema vzorcev (visoke, nizke vode), frekvenco izvajanja ostalih meritev (pretoki potokov, količine vode na izviri, nivoji) ter kriterije za spremembo frekvence ali merskega mesta med samim izvajanjem monitoringa. Program mora vsebovati vsaj vse postavke, navedene v tem poglavju.

## 7. PREDLOG NADALJNJIH RAZISKAV

Poleg zajetih virov pitne vode, ki so podana v poglavju 6.1, je vpliv ceste mogoč tudi na zajetje Težke Vode ter Stopiče, ki predstavljata enega najpomembnejših virov pitne vode Novega mesta. V okviru hidrogeoloških raziskav za potrebe priprave projektne dokumentacije za fazo PGD je potrebno zato večji obseg raziskav posvetiti morebitnim vplivom gradnje in obratovanja hitre ceste na ta zajetja.

V okviru tega je potrebno izvesti vsaj en globlji piezometer (cca 120 m) dolvodno od ceste, v njeni neposredni bližini, v smeri toka proti zajetjem. Piezometer naj služi za izvedbo hidravličnih testov, vanj pa je potrebno vgraditi sondo za merjenje hidrostatskega tlaka, temperature in elektroprevodnosti vode. Prav tako naj se nadaljuje monitoring količinskega stanja v obstoječih piezometrih NMPz-1 in NMPz-2, za kar naj se uporabljajo sonde za meritve tlaka in temperature podzemne vode.

Za opredelitev, kakšno zaščito predstavljajo plasti gline na posebej občutljivih območjih v zaledju vodnega vira Težke vode, je potrebno izvesti detajlno kartiranje, sejalne analize ter laboratorijske in terenske meritve prepustnosti krovnih plasti (vsaj po 10 kom).

Potrebno je izvesti sledilni poizkus, s katerim se potrdi ali ovrže obstoječe vodovarstveno območje. Iz poznavanja hidrodinamskih razmer na območju je namreč mogoče soditi, da tudi podzemna voda iz območij, ki ležijo zunaj obstoječega vodovarstvenega območja lahko odteka proti vodim virom Težka voda. Za izvedbo sledilnega poizkusa je potrebno uporabiti več sledil in injicirnih mest; predvidoma 2 - 3 na območjih vkopov med Breznikom in Novo goro ter severno od Vinje vasi in na območju predora. Na podlagi rezultatov sledilnega poizkusa se opredelijo morebitni dodatni ukrepi za posebej občutljiva območja. Zaradi narave sledilnega poizkusa (trajanje cca 1 leto) priporočamo, da se k njegovi izvedbi pristopi še pred izvedbo preostalih raziskav za fazo PGD.

## 8. ZAKLJUČEK

Na obravnavanem območju trase predvidene hitre ceste Novo mesto – Maline imamo opravka z zakraselimi karbonatnimi kamninami, preko katerih je odložena različno debela plast slabo prepustnih pliokvartarnih sedimentov. Tako trasa ceste v večjem delu prečka z vidika zaščite podzemne vode občutljivo kraško območje, pri čemer lahko glede na hidrogeološko zgradbo, rabo vode in naravo posega določimo tudi posebej občutljiva območja.

Na območju karbonatnih kamnin padavinska voda hitro ponikne in odteka vertikalno skozi nezasičeno cono, ki je lahko debela od 5 do 100 m, proti gladini podzemne vode. Znotraj zgornjekrednih kamnin se lahko pojavljajo viseči horizonti podzemne vode, povečana vsebnost vode pa je možna še na stiku med pliokvartarnimi sedimenti in lokalno nepretrtimi karbonatnimi kamninami. Tok podzemne vode je hiter in je vezan predvsem na razpoke in zakrasele cone, generalna smer pa je na obravnavanem območju proti reki Krki, v srednjem in južnem delu pa tudi proti zajetjem Težka voda. Podzemna voda na tem območju izvira v obliki številnih kraških izvirov visoke izdatnosti.

Odvajanje padavinske vode s ceste mora biti na celotnem odseku urejeno točkovno, saj je prepustnost kamnin glede na pričakovano gostoto prometa previsoka. Prav tako imamo opravka z zelo ranljivim vodonosnikom z visokim potencialom za zajem podzemne vode, zato je potrebno načrtovanju ukrepov za zaščito podzemne vode nameniti vso pozornost.

Prav tako naj se za del trase znotraj posebej občutljivih območij v skupni dolžini 1,54 km predvidi tesnjenje cestišča (priloga G 1.2). V okviru raziskav v višjih fazah obdelave se nato ta ukrep optimira na podlagi detajlnejše določitve ranljivosti (pregledov terena in izvedbe infiltracijskih testov na posebej občutljivih območjih). Pri trenutni stopnji poznavanja in ranljivosti območja v fazi IDP brez nadaljnjih preiskav namreč ni mogoče nedvoumno presoditi vseh potrebnih ukrepov na občutljivem kraškem vodonosniku.

Ostali osnovni zaščitni ukrepi v času gradnje in obratovanja so podani v poglavju 6.6, obvezni deli monitoringa pa v poglavju 6.7. Za končno opredelitev ukrepov je potrebno v okviru nadaljnjih raziskav izvesti sledilni poizkus za potrditev obstoječega vodovarstvenega območja ter vsaj en globok piezometer dolvodno od bodoče ceste v njeni bližini.

Predlagamo, da se zaradi narave raziskav k monitoringu nivojev podzemne vode, ki zahteva daljše opazovalno obdobje, in sledilnemu poizkusu, katerega izvedba lahko traja tudi več kot 1 leto, pristopi takoj.

Vpliv podzemne vode na gradnjo ceste bo majhen, pri čemer bo vezan predvsem na gradnjo predora skozi zakrasele kamnine. Kljub temu, da se gladina podzemne vode na območju predora nahaja pod niveleto predora, je večje dotoke podzemne vode mogoče pričakovati na območju prelomov in kavern. Hidrogeološka analiza vzdolžnega geološkega profila skozi predor je prikazana v prilogi G 2. Vpliv podzemne vode je možen tudi na območju vkopov v pliokvartarnih sedimentih, kjer bo lahko višja vsebnost vode v spodnjih plasteh pliokvartarnih sedimentov povzročala predvsem stabilnostne probleme, medtem ko količinsko večjih dotokov ni pričakovati.



## 9. VIRI IN LITERATURA

- DROBNE, F., HOETZL, M., HERIČ, J., JOVANOVIČ, O., STROJAN, M., PRAPROTNIK, B., 1996: Hidrogeološke raziskave vodnih virov za vodoskrbo porečja Krke, poročilo za leto 1995. Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana.
- HOETZL, M., 1996: Strokovne podlage za varovanje vodnega vira v Koroški vasi (KV-1/95). Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana.
- HOETZL, M., 1997: Poročilo o izvedbi hidrogeoloških raziskav vodnih virov za vodoskrbo porečja Krke v letu 1996 - lokacija Stopiče - Težke vode Vrtina STO-4/96
- HOETZL, M., DROBNE, F., 1996: Strokovne podlage za varovanje vodnega vira v Črmošnjicah – Občina Novo mesto (Č -2/88, Č -3/88 in Č -5/90). Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana.
- JANEŽ, J., BRENCE, A., 2007: Študija variant s predlogom najustreznejše variante rešitve z gradbeno - tehničnimi ter prometnim in ekonomskim delom študije variant za gradnjo državne ceste med avtocesto A2 Ljubljana - Obrežje pri Novem mestu in mejo z Republiko Hrvaško. Geologija d.o.o., Idrija
- JANEŽ, J., BRENCE, A., 2008: Inženirsko geološko poročilo k študiji variant za gradnjo državne ceste med avtocesto A2 Ljubljana - Obrežje pri Novem mestu in mejo z Republiko Hrvaško. Geologija d.o.o., Idrija.
- KOVAČIČ, I., 1987: Idejna rešitev regionalne vodopreskrbe povodja Krke do leta 2050, I. faza. Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana.
- MATOZ, T., 1996: Poročilo o izdelavi raziskovalno piezometrične vrtine REV-1-96 v tovarni Revoz v Novem mestu. Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana.
- NOVAK, D., 1983: Predlog varstvenih pasov in varstvenih ukrepov za zaščito zajetja Težka voda. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- NOVAK, D., DROBNE, F., 1984: Hidrogeološke raziskave vodnih virov ob Krki. Geološki zavod Ljubljana, TOZD Geologija, geotehnika in geofizika, Ljubljana.
- NOVAK, D., DROBNE, F., 1985: Hidrogeološke raziskave vodnih virov ob Krki, II/1985. Geološki zavod Ljubljana, TOZD Geologija, geotehnika in geofizika, Ljubljana.
- NOVAK, D., JUVANČIČ, V., 1981: Predlog za zaščito kvalitete vode in predlog varstvenih pasov za vodovode na območju občine Novo mesto. Geološki zavod Ljubljana, TOZD-1, geologija, geotehnika, geofizika, Ljubljana.
- NOVAK, D., POLJAK, M., JUVANČIČ, V., 1985: Predlog varstvenih pasov zajetij v dolini Črmošnjice in zajetja Dobličice. Geološki zavod Ljubljana, TOZD-1, geologija, geotehnika, geofizika, Ljubljana.



OIKOS, 2007: Okoljsko poročilo za gradnjo državne ceste 3. razvojna os – južni del: Poročilo 2. faza. Oikos, Domžale.

PEREZ, L., DROBNE, F., 1991: Poročilo izvedbe črpalne vrtine Č - 5/90 na lokaciji Črmošnjice. Geološki zavod Ljubljana, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana.

PLACER, L., 1998: Prispevek k makrotektonski rajonizaciji mejnega ozemlja med Južnimi Alpami in Zunanji Dinaridi. Geologija 41 (223 – 225), Ljubljana.

PLACER, L., 2008: Osnove tektonske razčlenitve Slovenije. Geologija 51/2 (205 – 217), Ljubljana.

PLENIČAR, M., 1956: Kratek geološki pregled porečja Krke in Kolpe. Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana.

PRESTOR, J., STROJAN, M., 2001: Hidrogeološko mnenje glede možnosti odvajanja meteornih vod s ponikanjem na območju tovarne Revoz. Geološki Zavod Slovenije, Ljubljana.













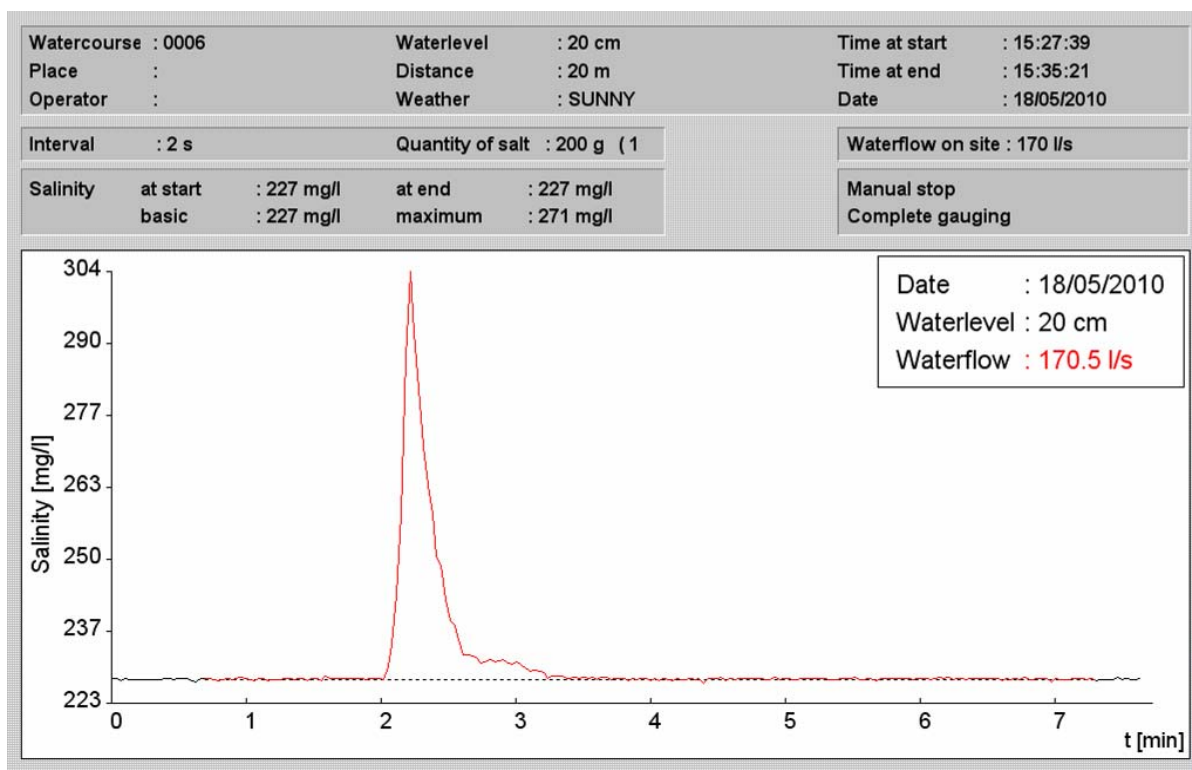
# **Rezultati meritev pretokov na površinskih vodotokih**

**Priloga G.3**

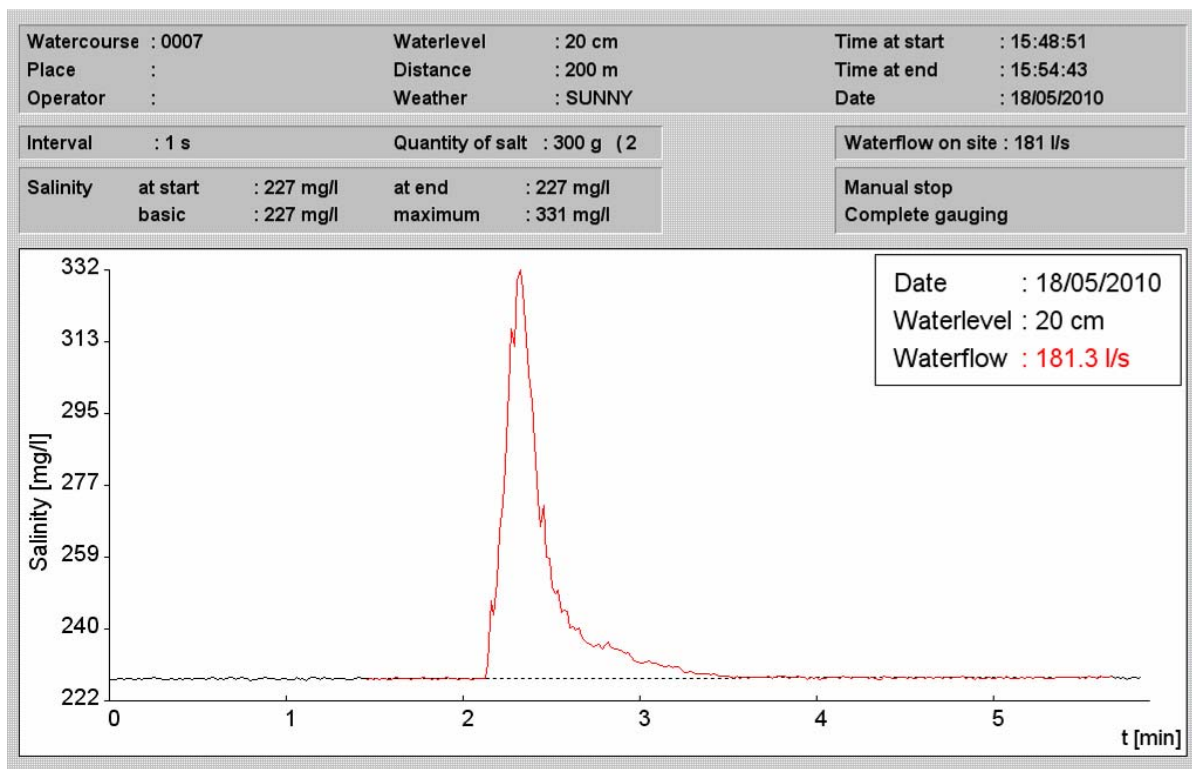


# Desni pritok pri Ločni (Bajer)

## 1. meritev



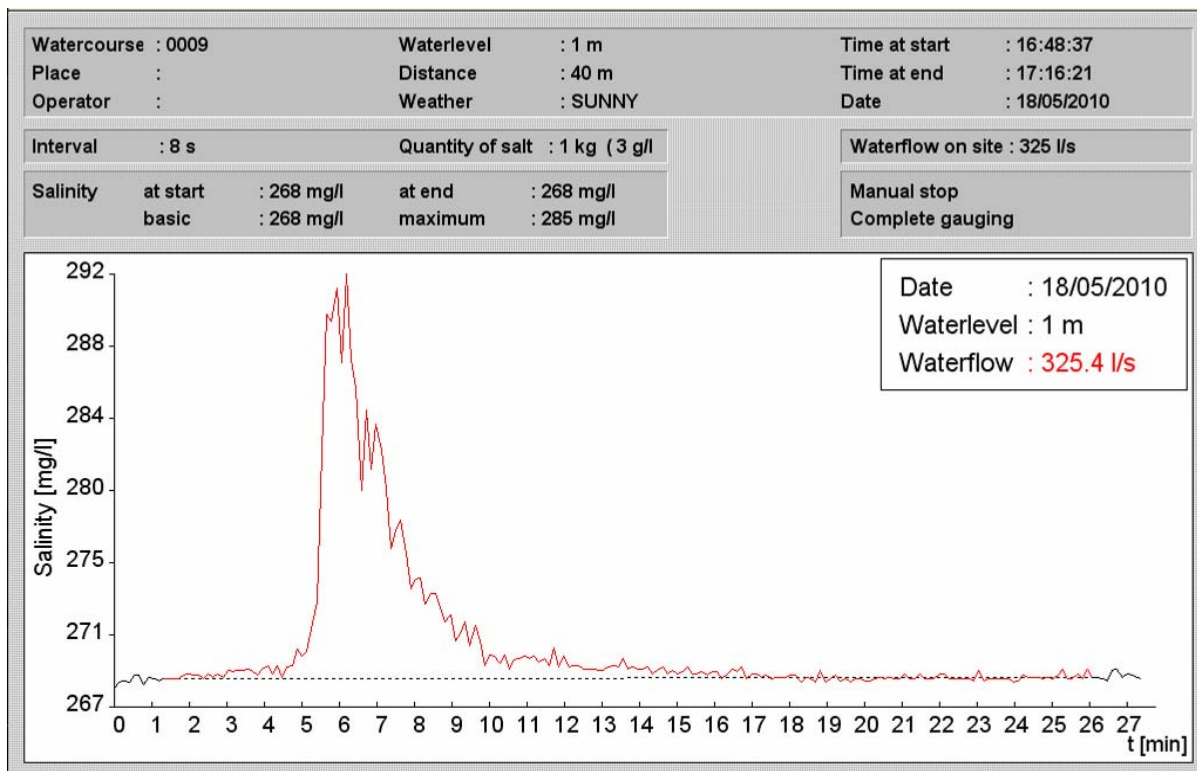
## 2. meritev



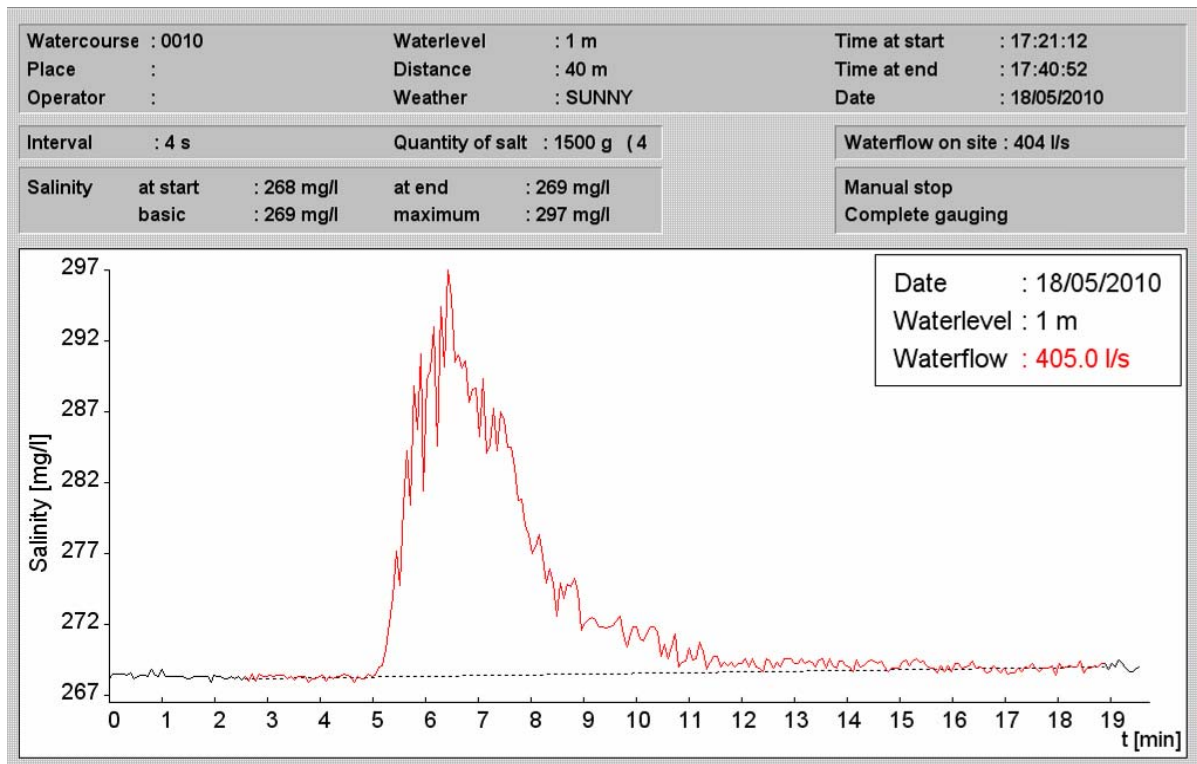
Povprečna vrednost pretoka: 175.9 l/s

# Bršljinski potok

## 1. meritev



## 2. meritev

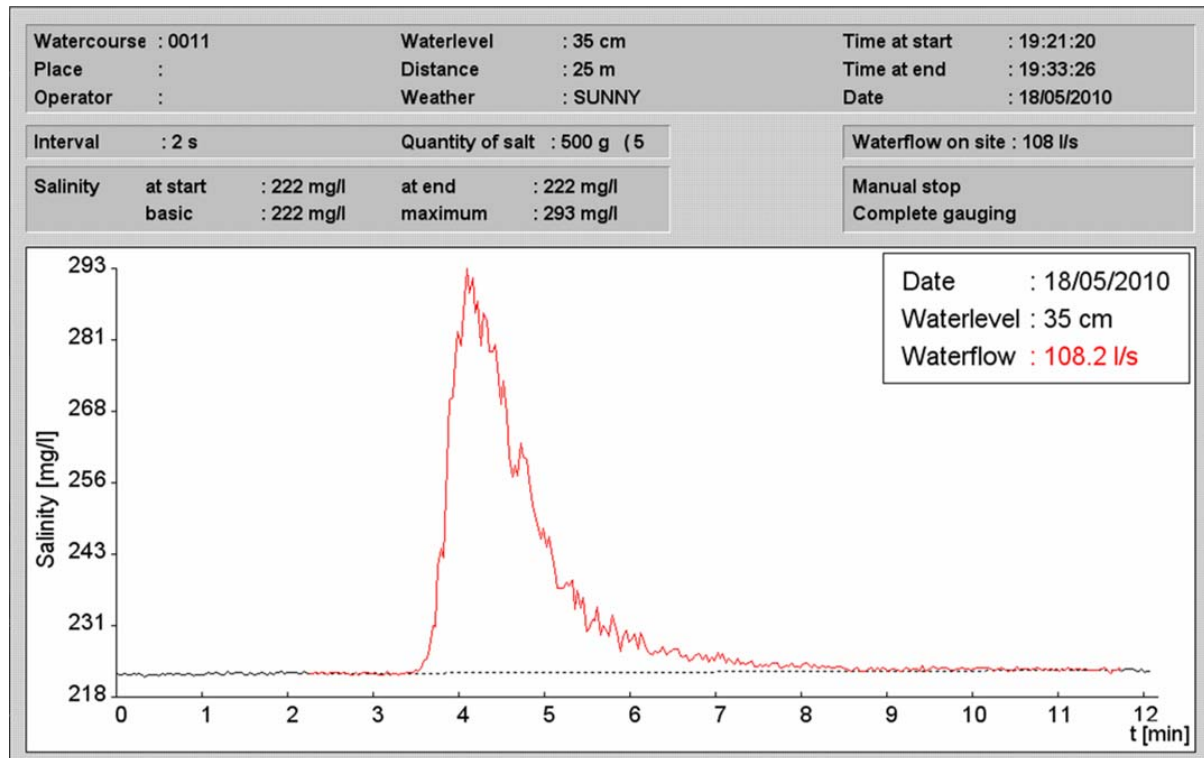


Povprečna vrednost pretoka: 365.2 l/s

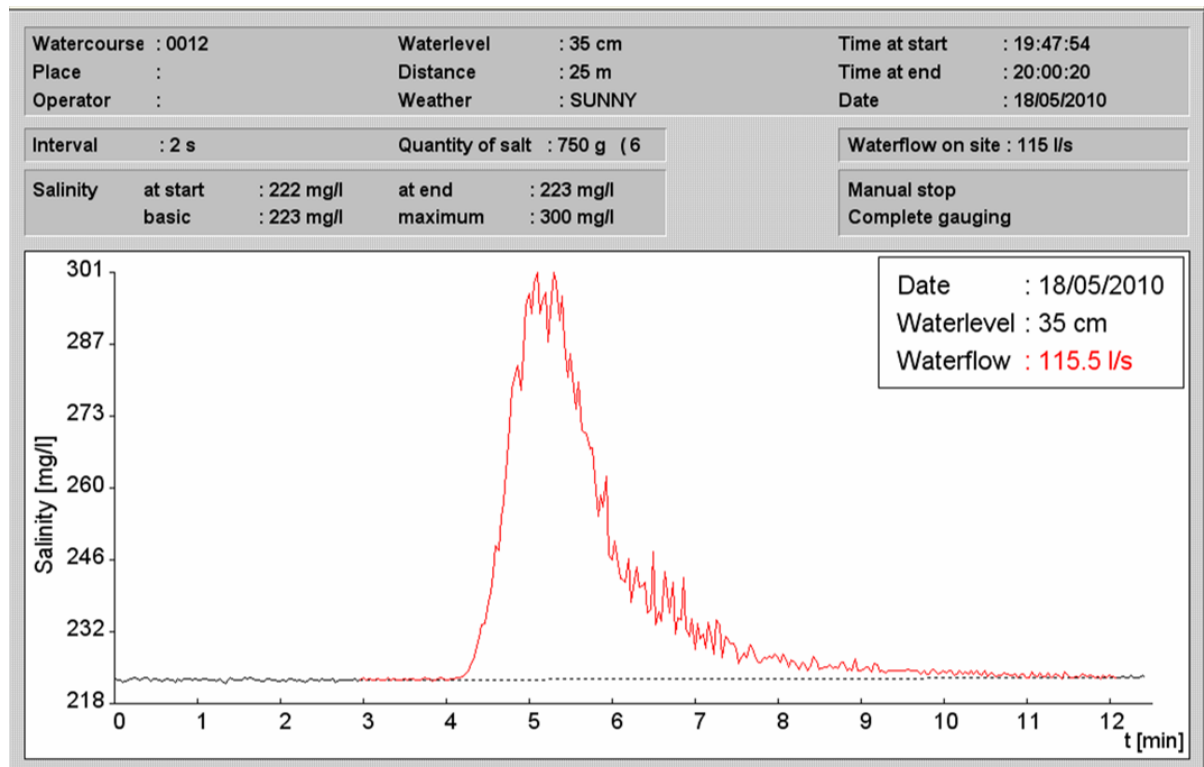


# Klamfer

## 1. meritev



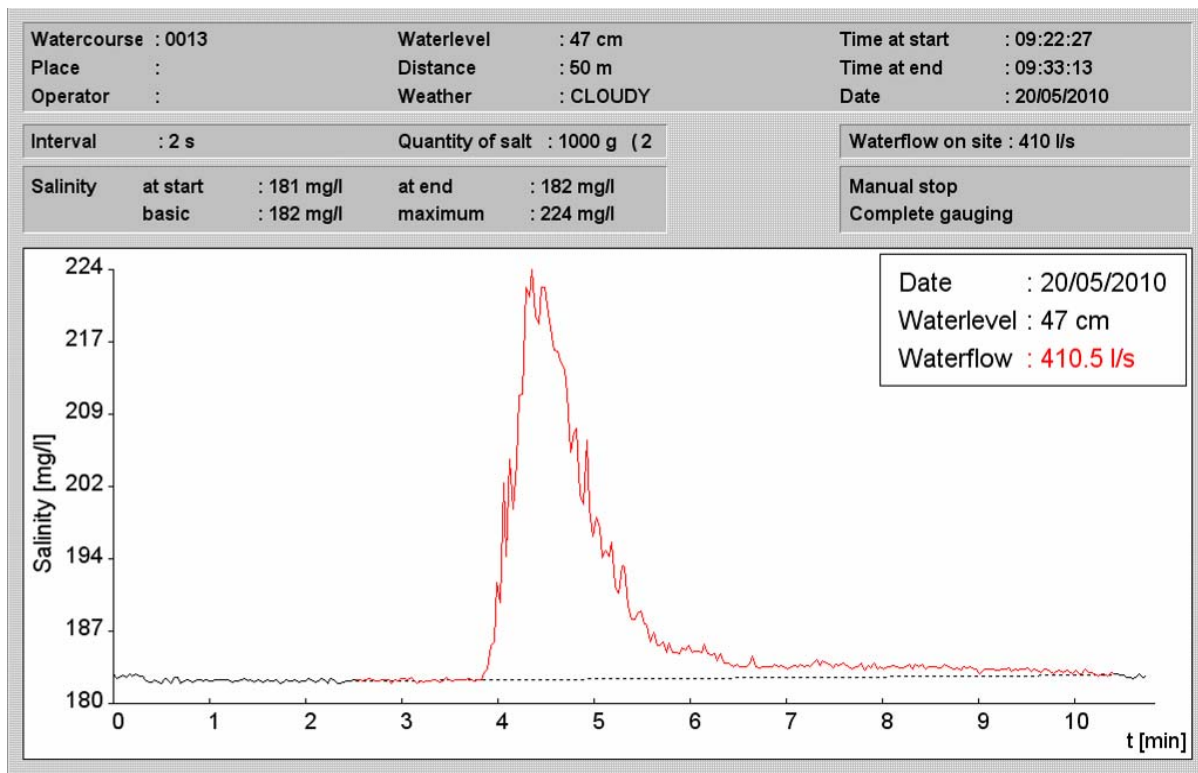
## 2. meritev



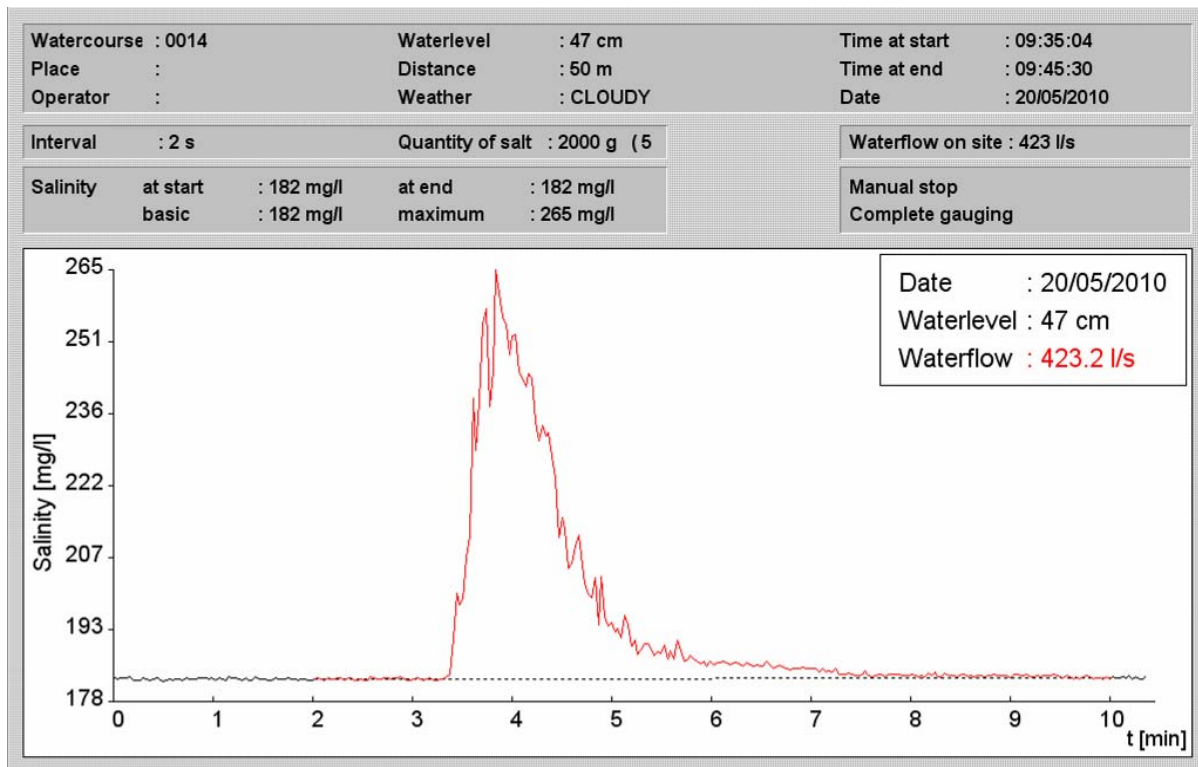
Povprečna vrednost pretoka: 111.85 l/s

# Težka voda

## 1. meritev



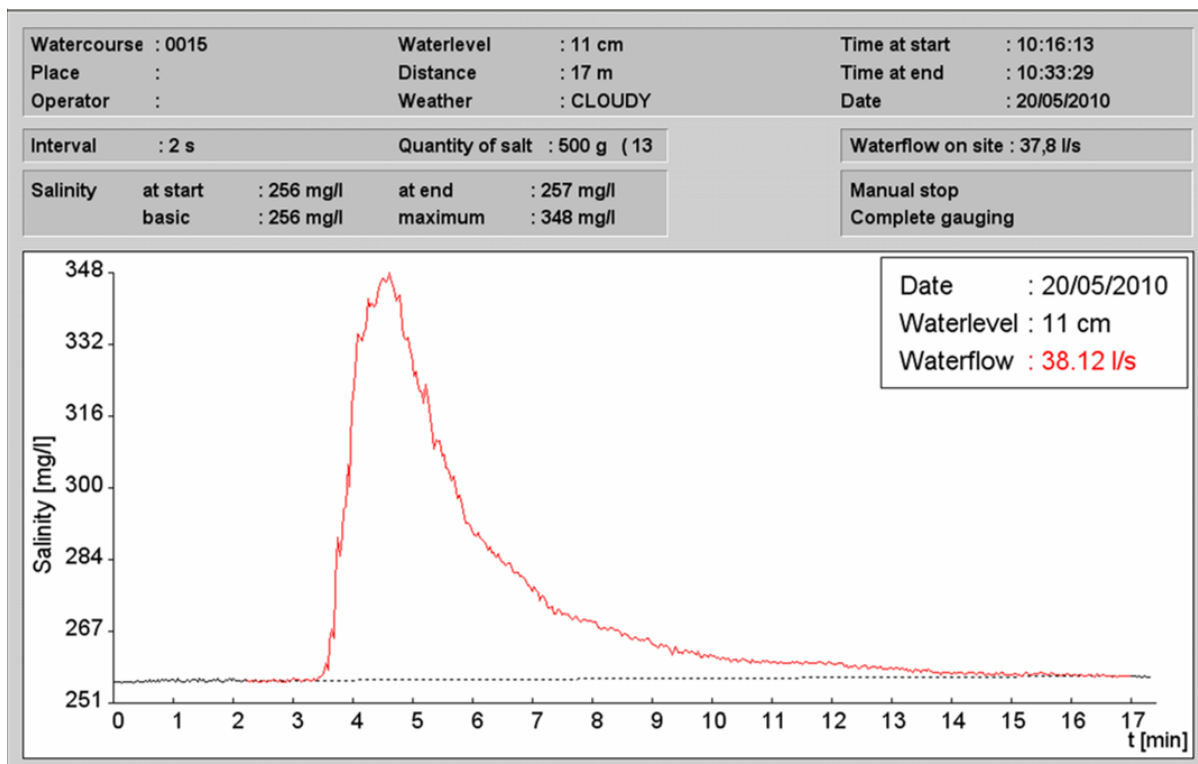
## 2. meritev



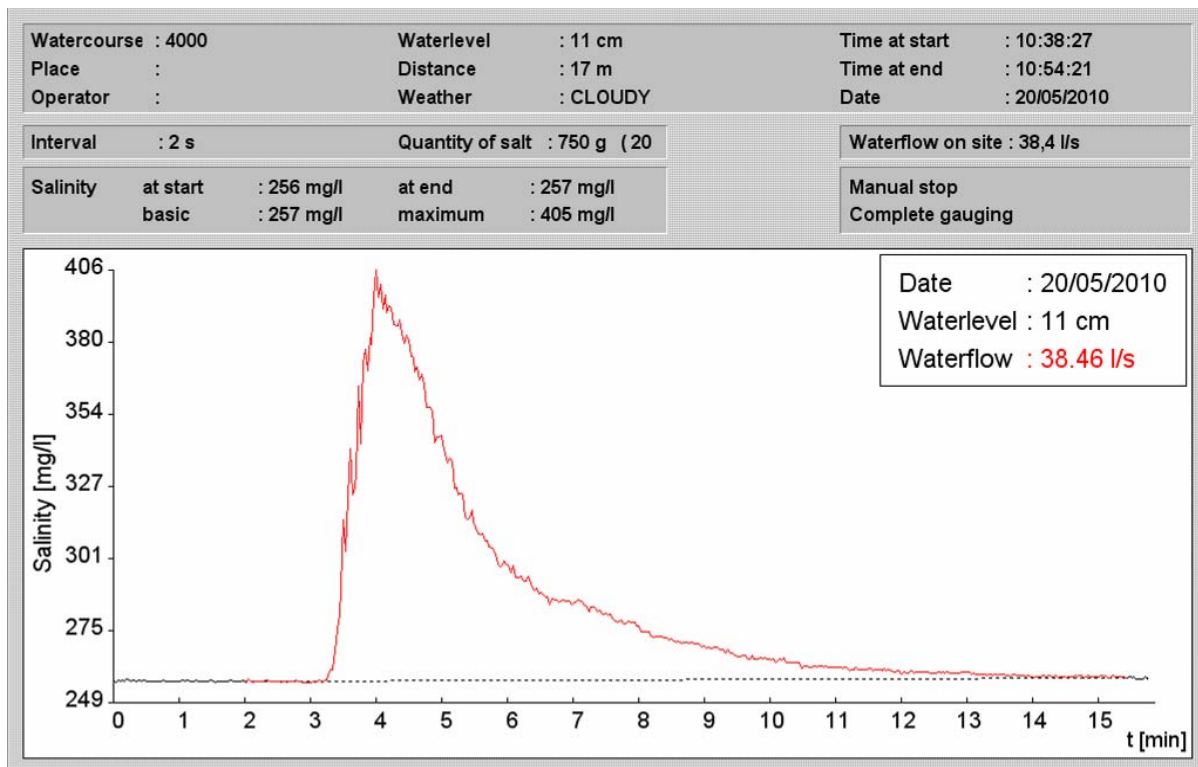
Povprečna vrednost pretoka: 418.85 l/s

# Petelinec

## 1. meritev



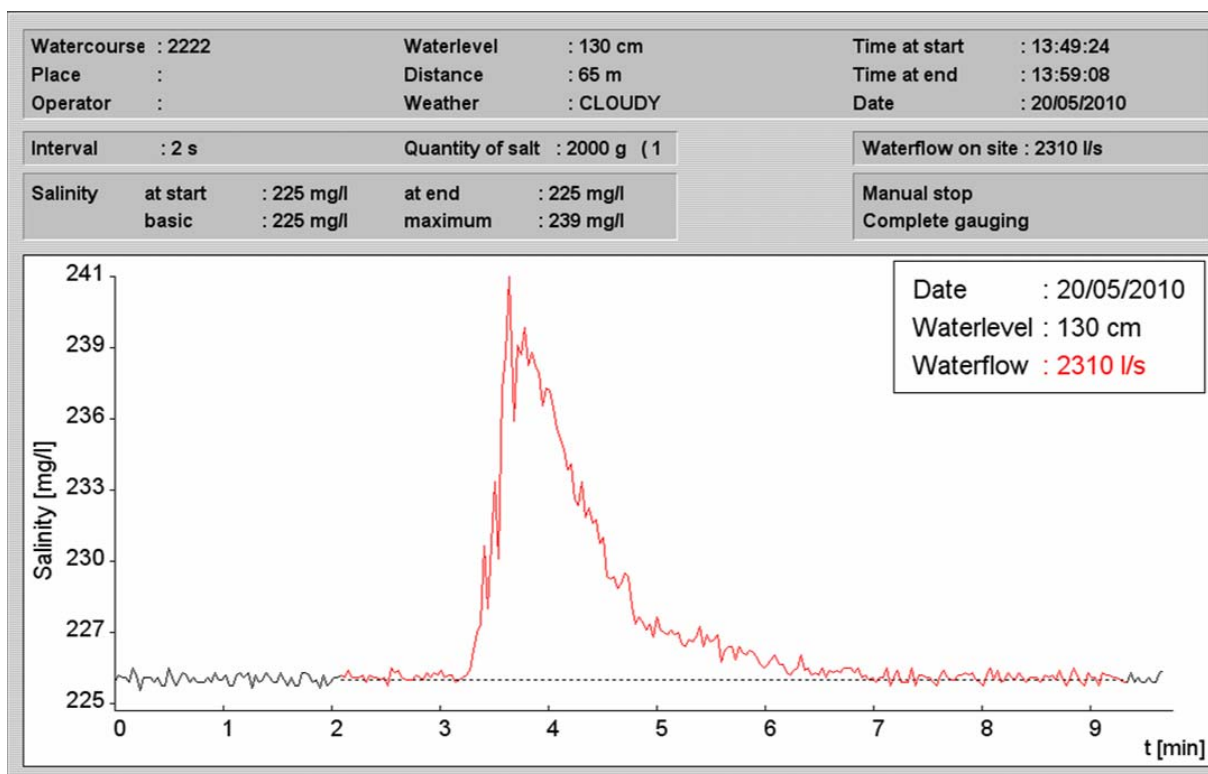
## 2. meritev



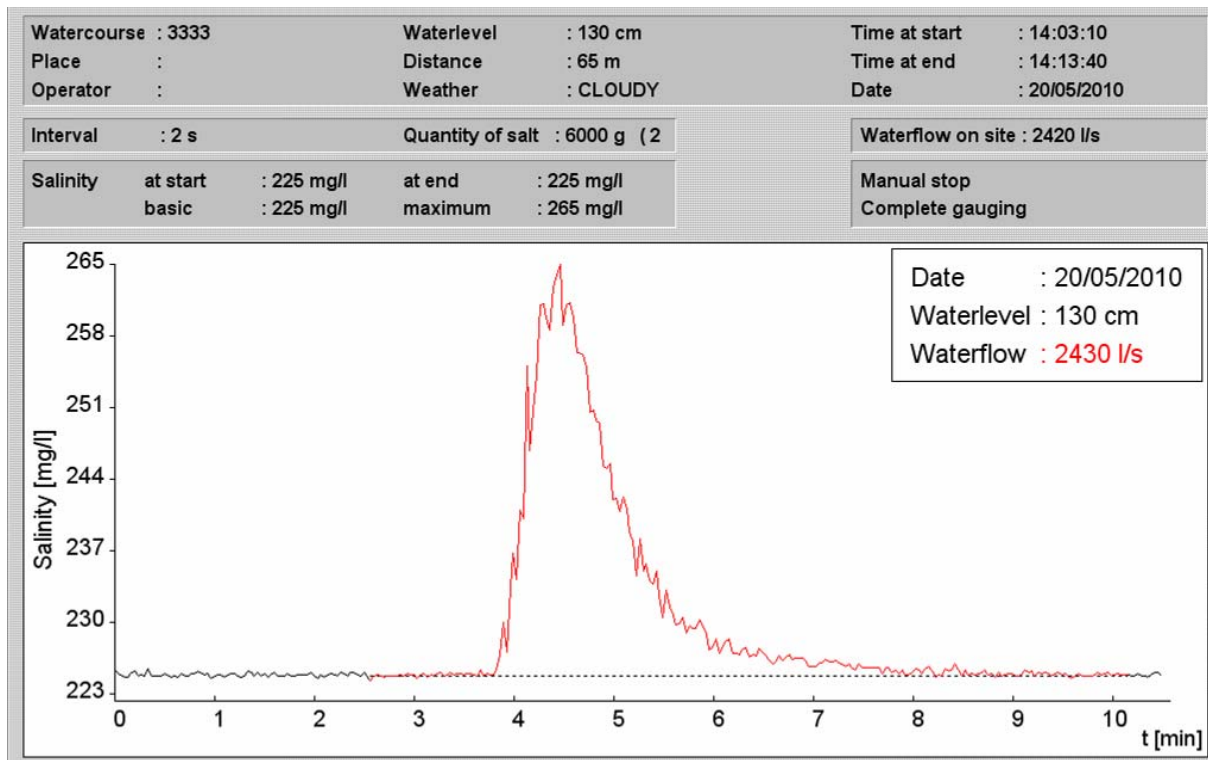
Povprečna vrednost pretoka: 38.29 l/s

# Prečna (Temenica)

## 1. meritev



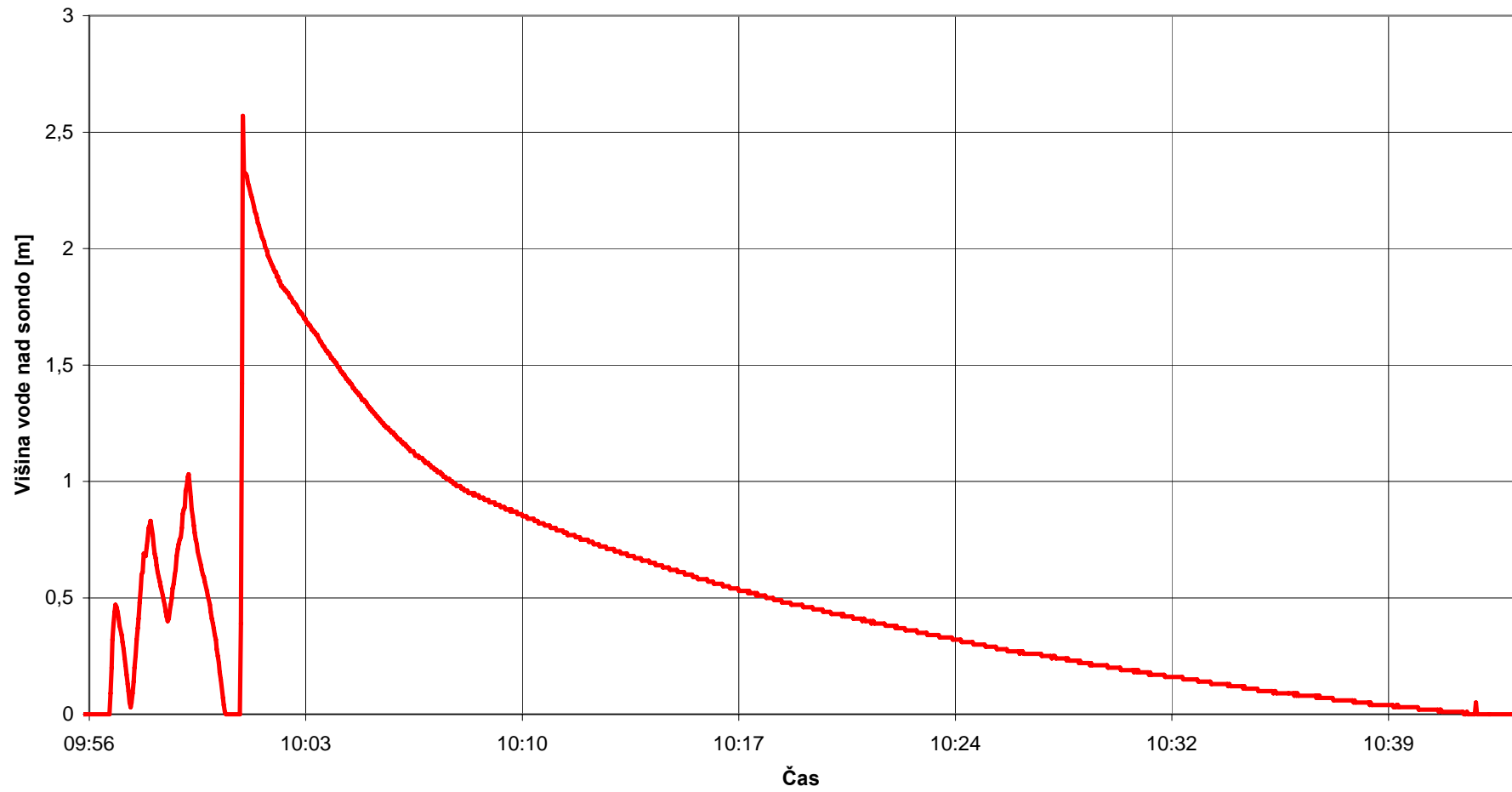
## 2. meritev



Povprečna vrednost pretoka: 2370.00 l/s



# POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI JUG 2/10 (10m)

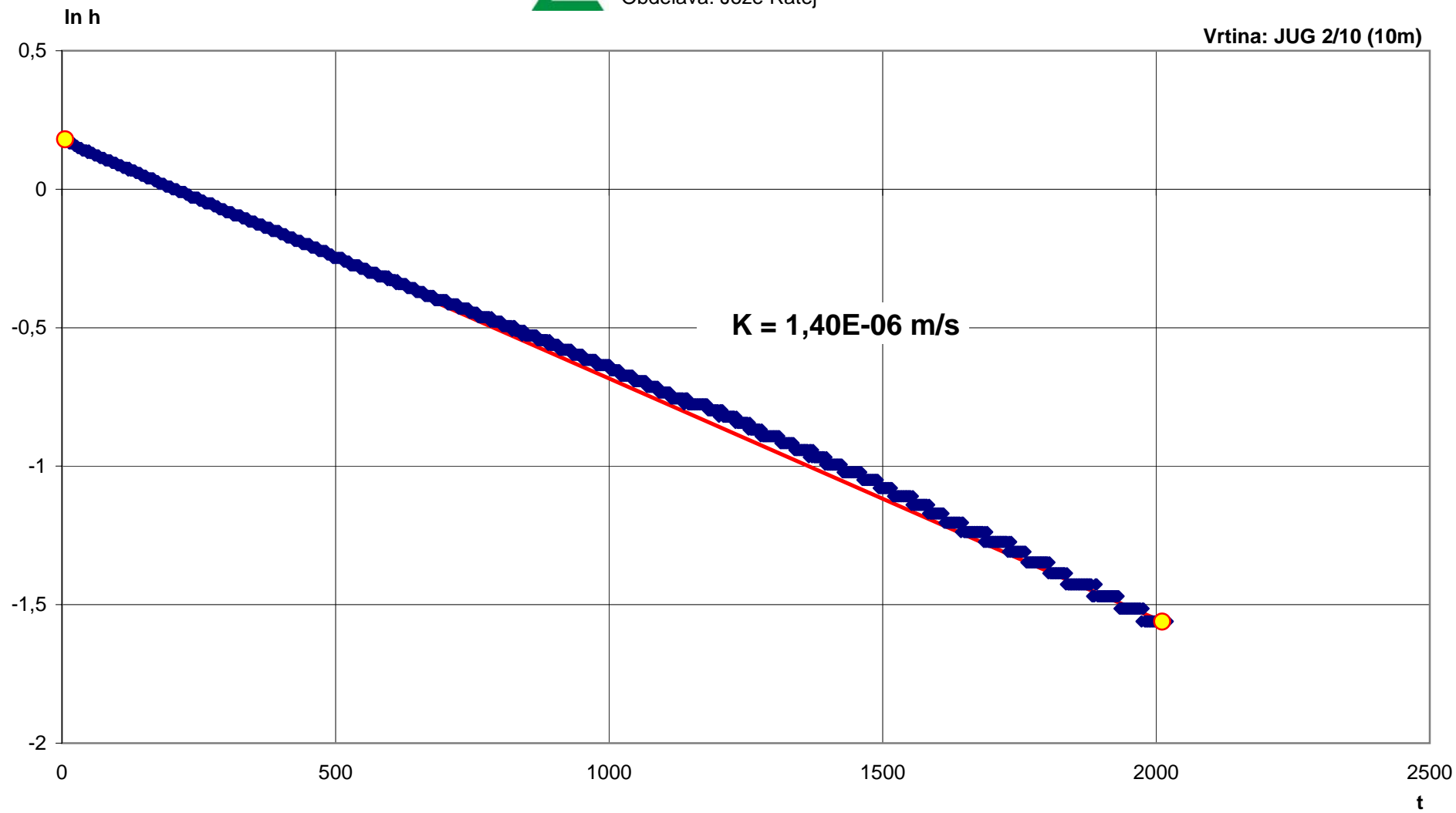




# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: JUG 2/10 (10m)



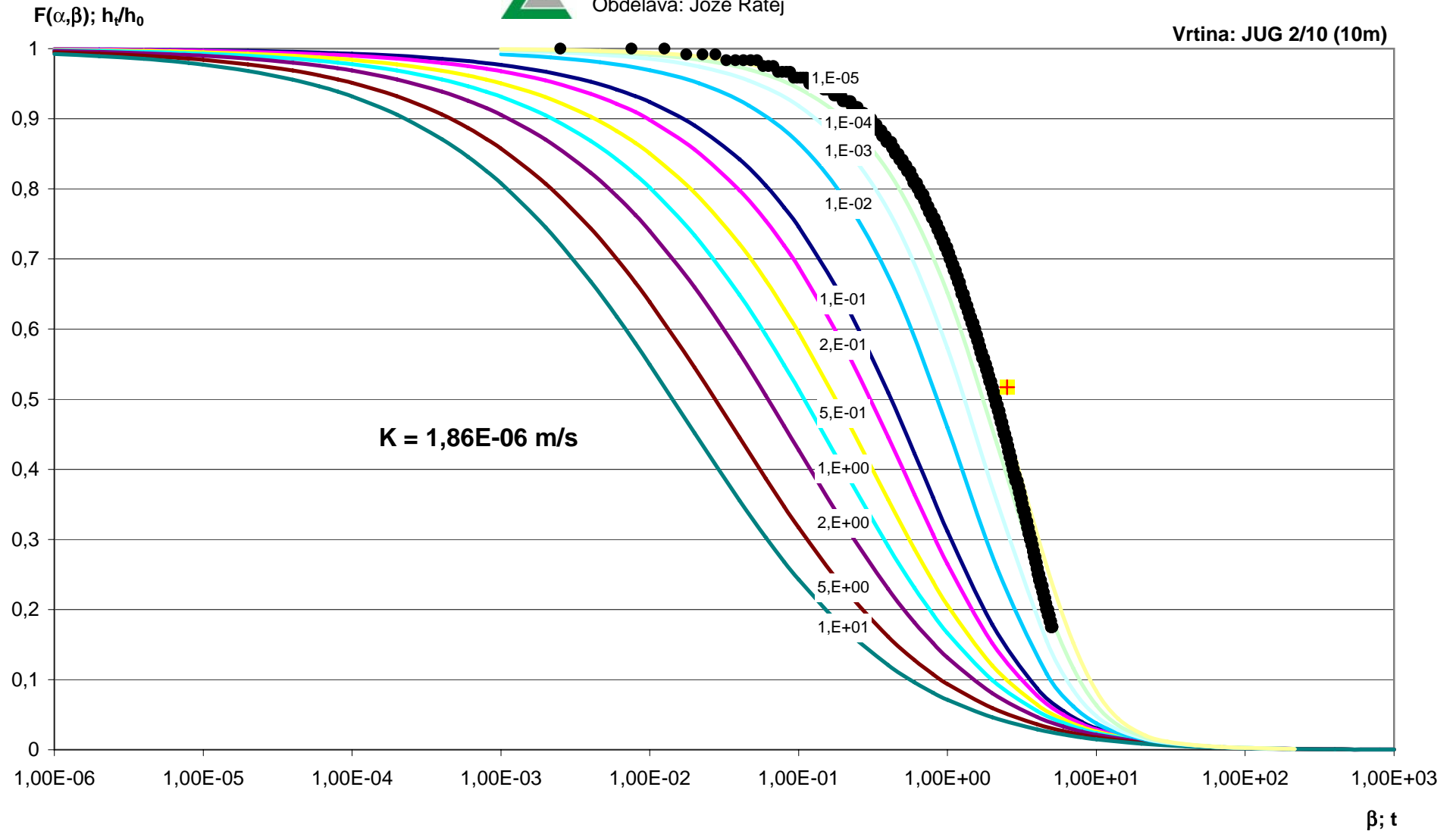




# COOPERJEV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

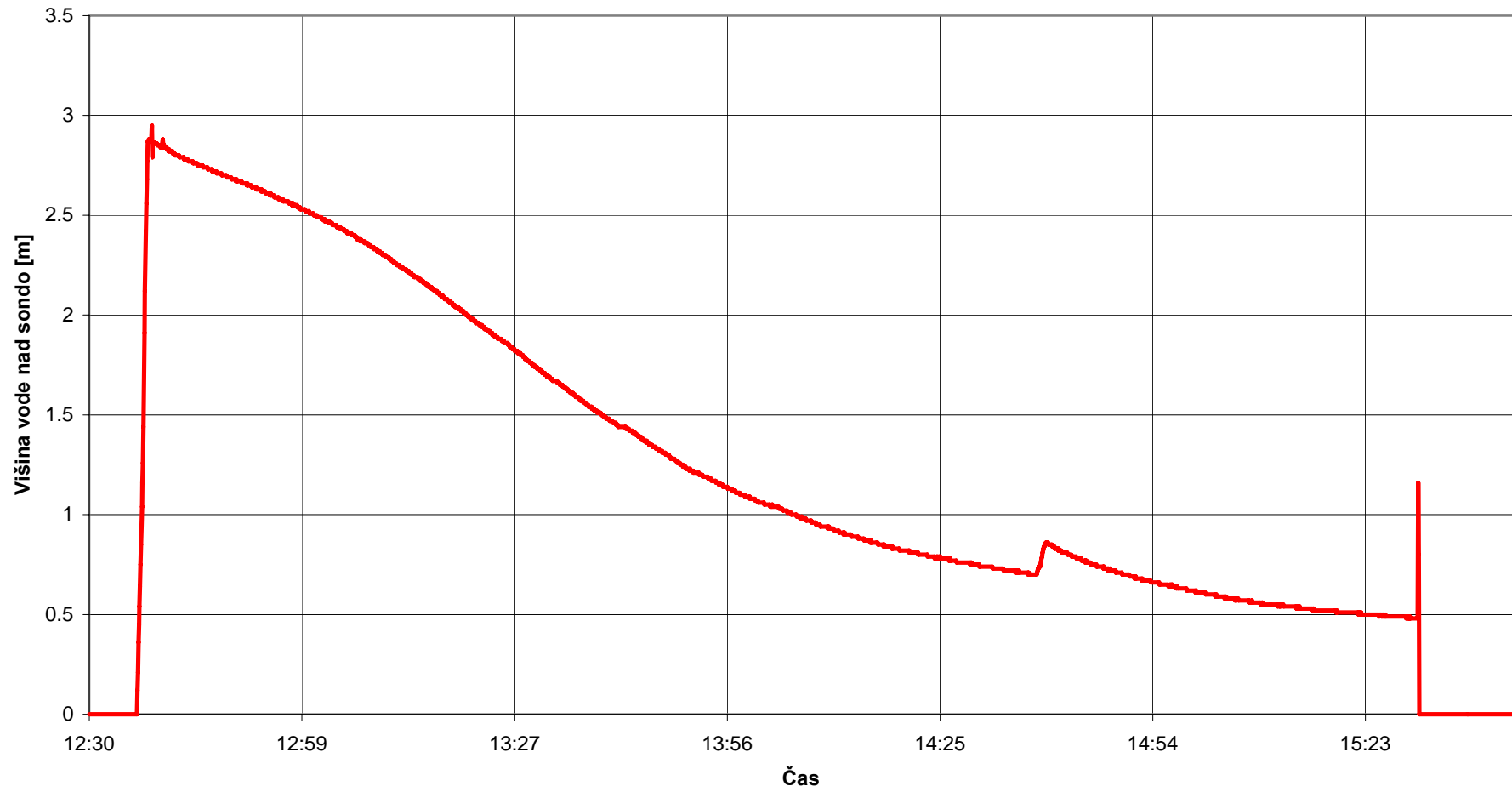
Vrtina: JUG 2/10 (10m)





POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI

NMJ-10 (4m)

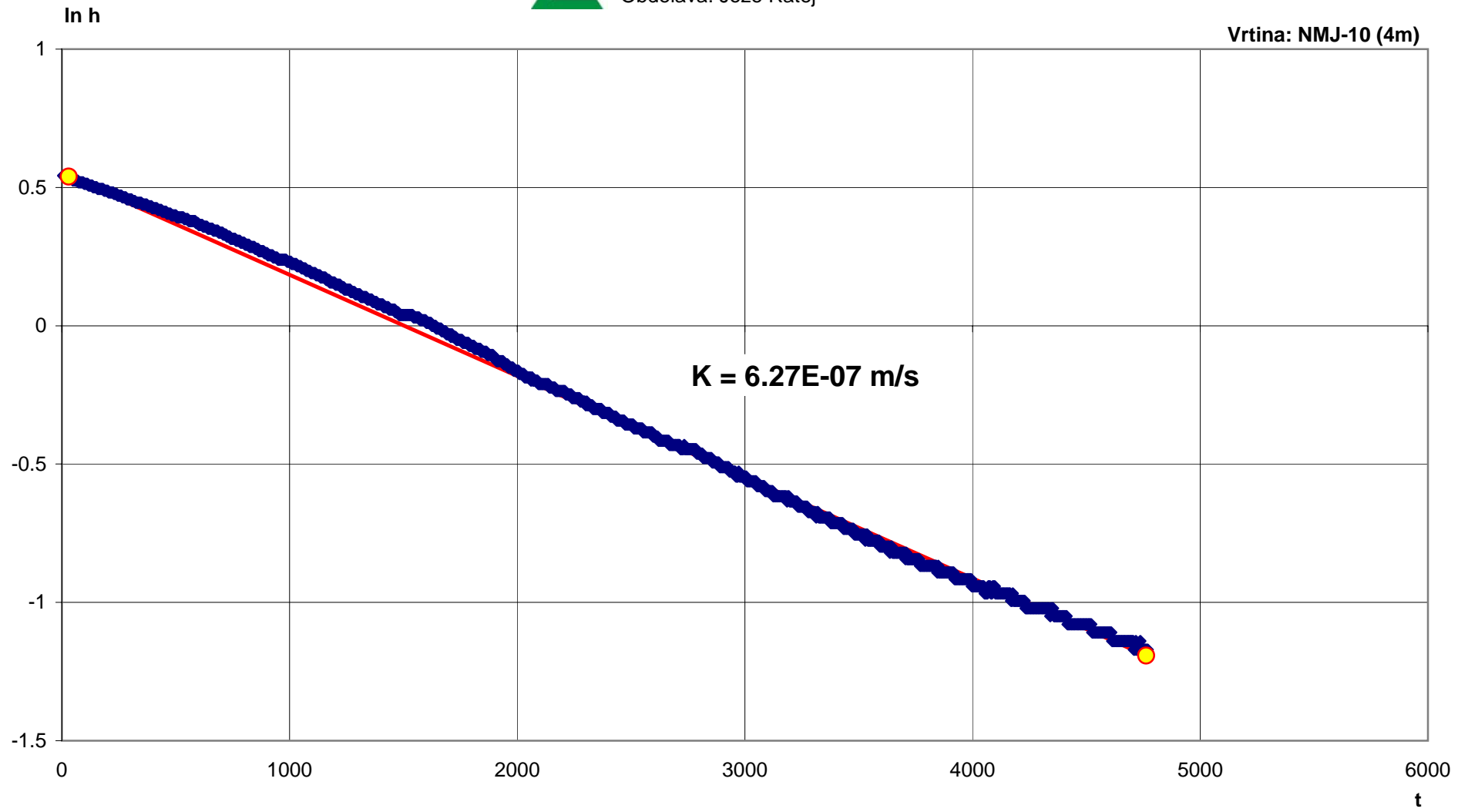




# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: NMJ-10 (4m)

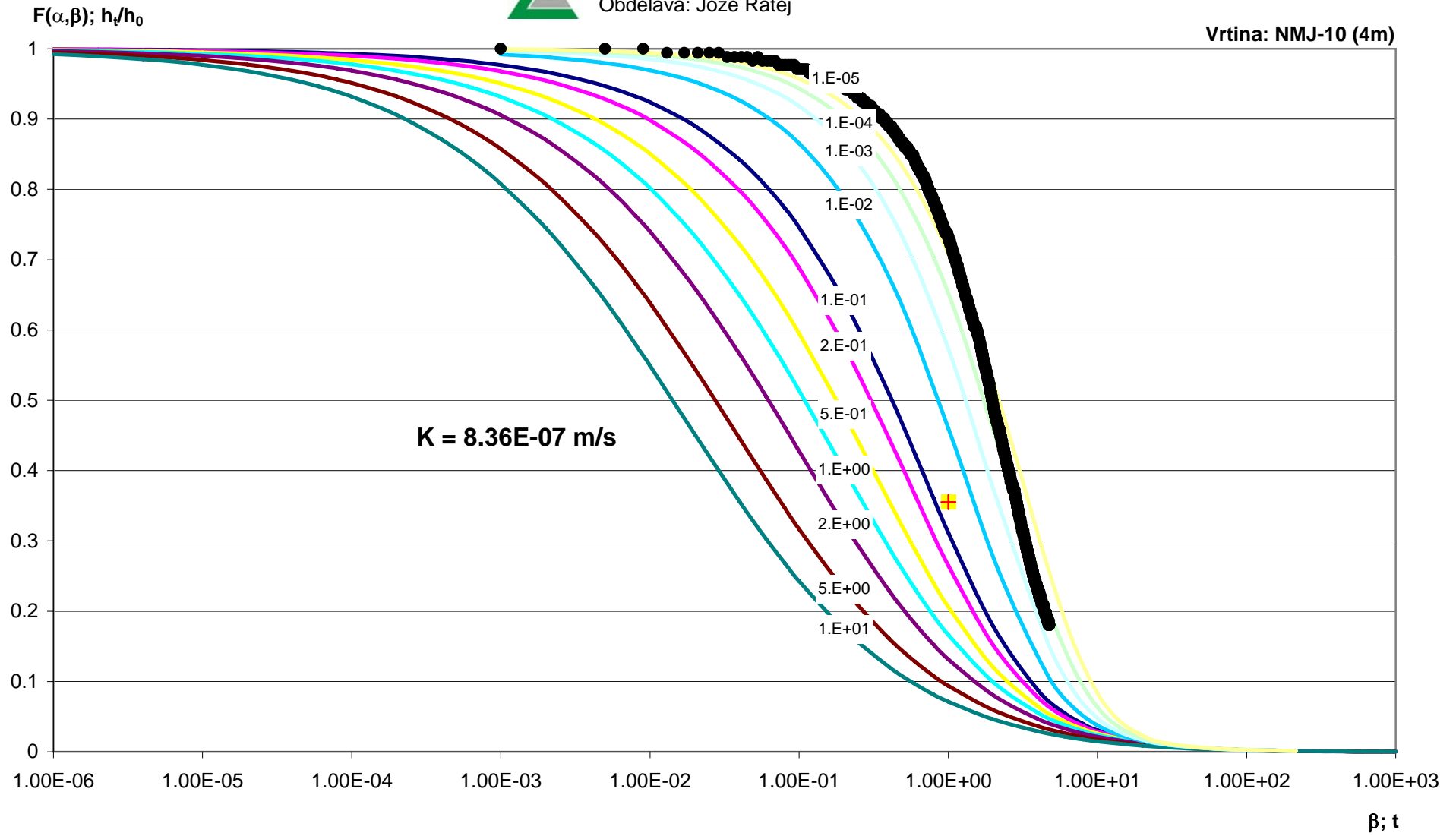




# COOPERJEV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

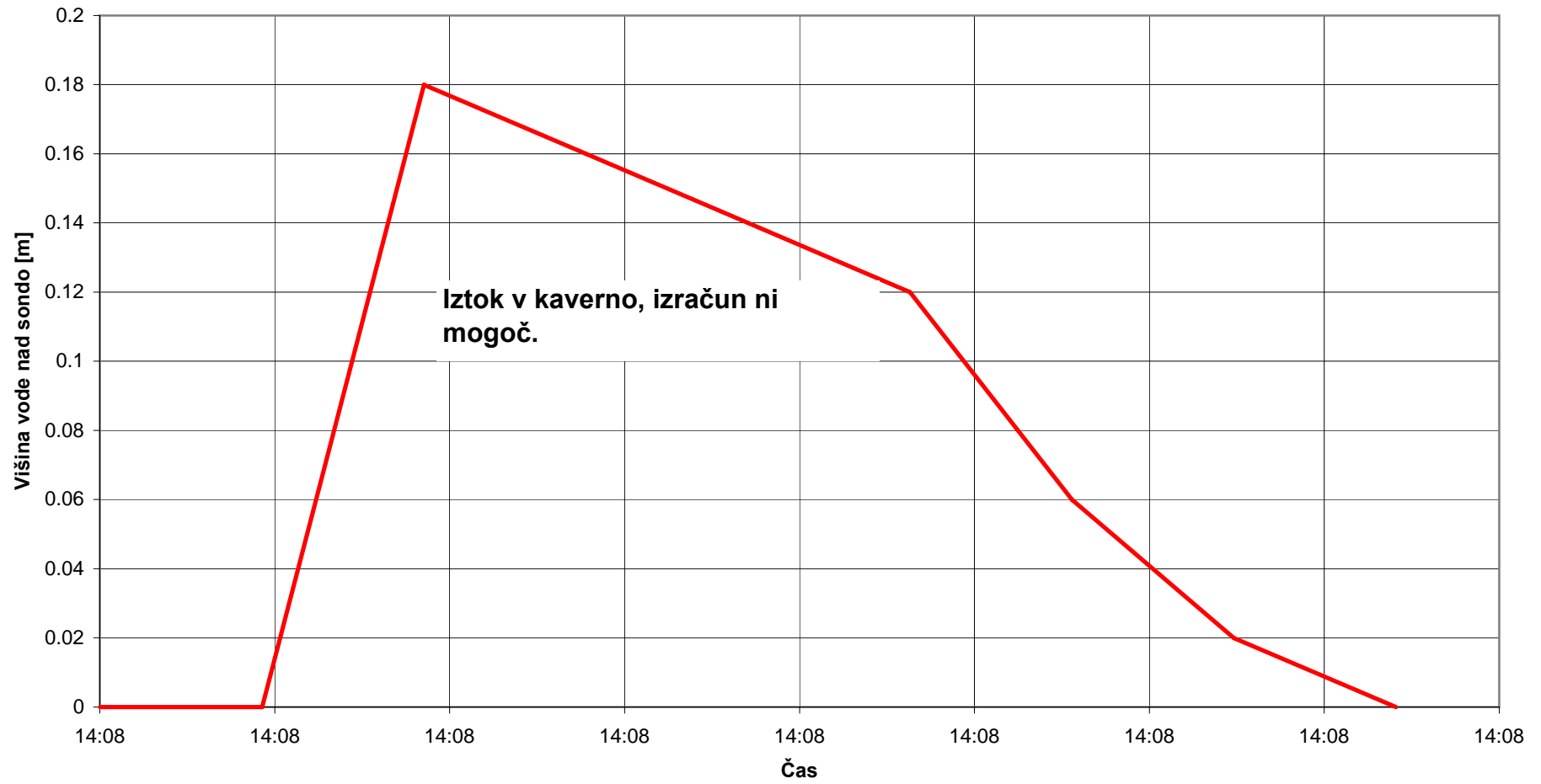
Vrtina: NMJ-10 (4m)





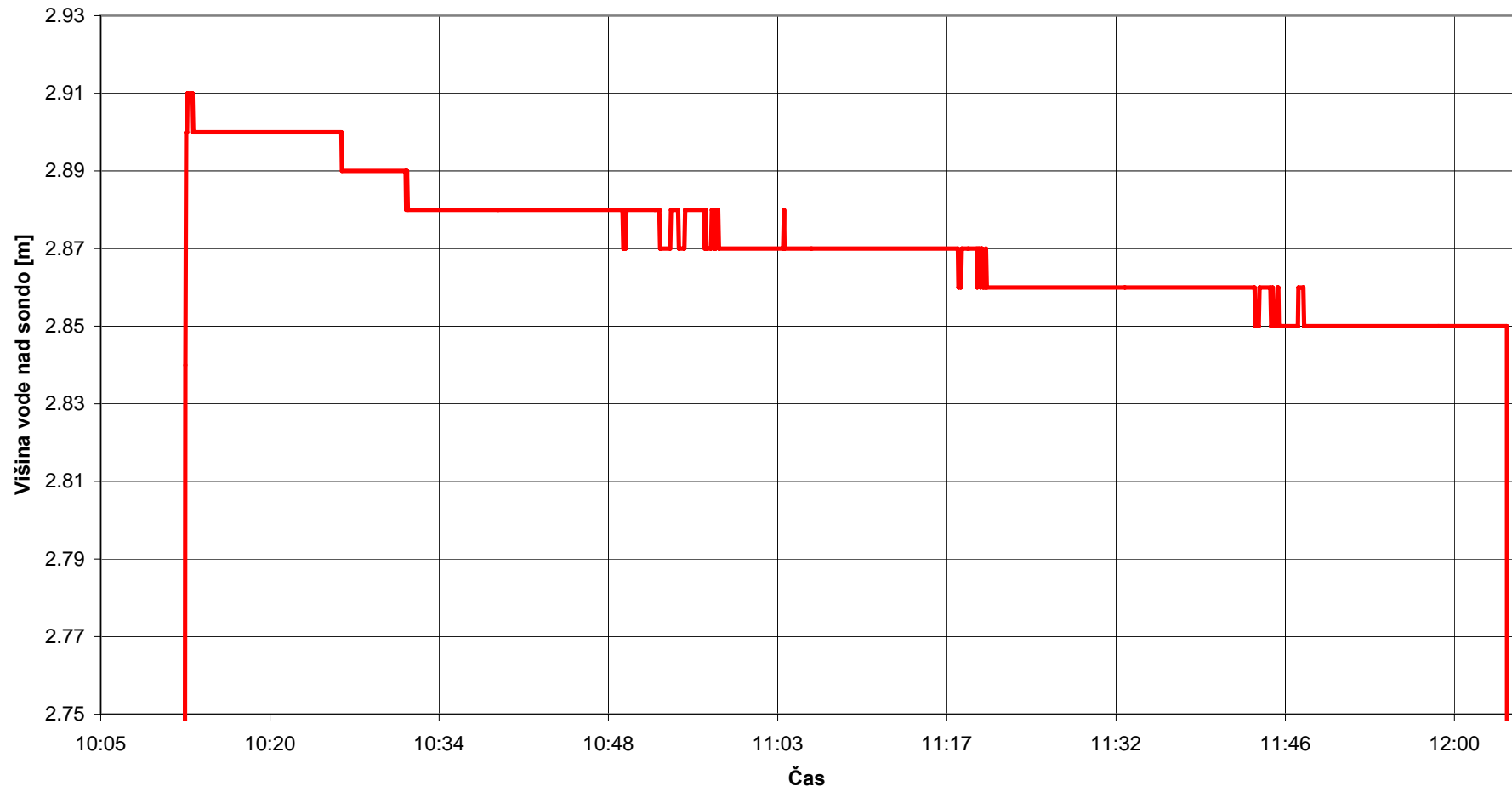
# POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTIN

NMN-2 (9.5m)





POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI NMO-13 (5m)

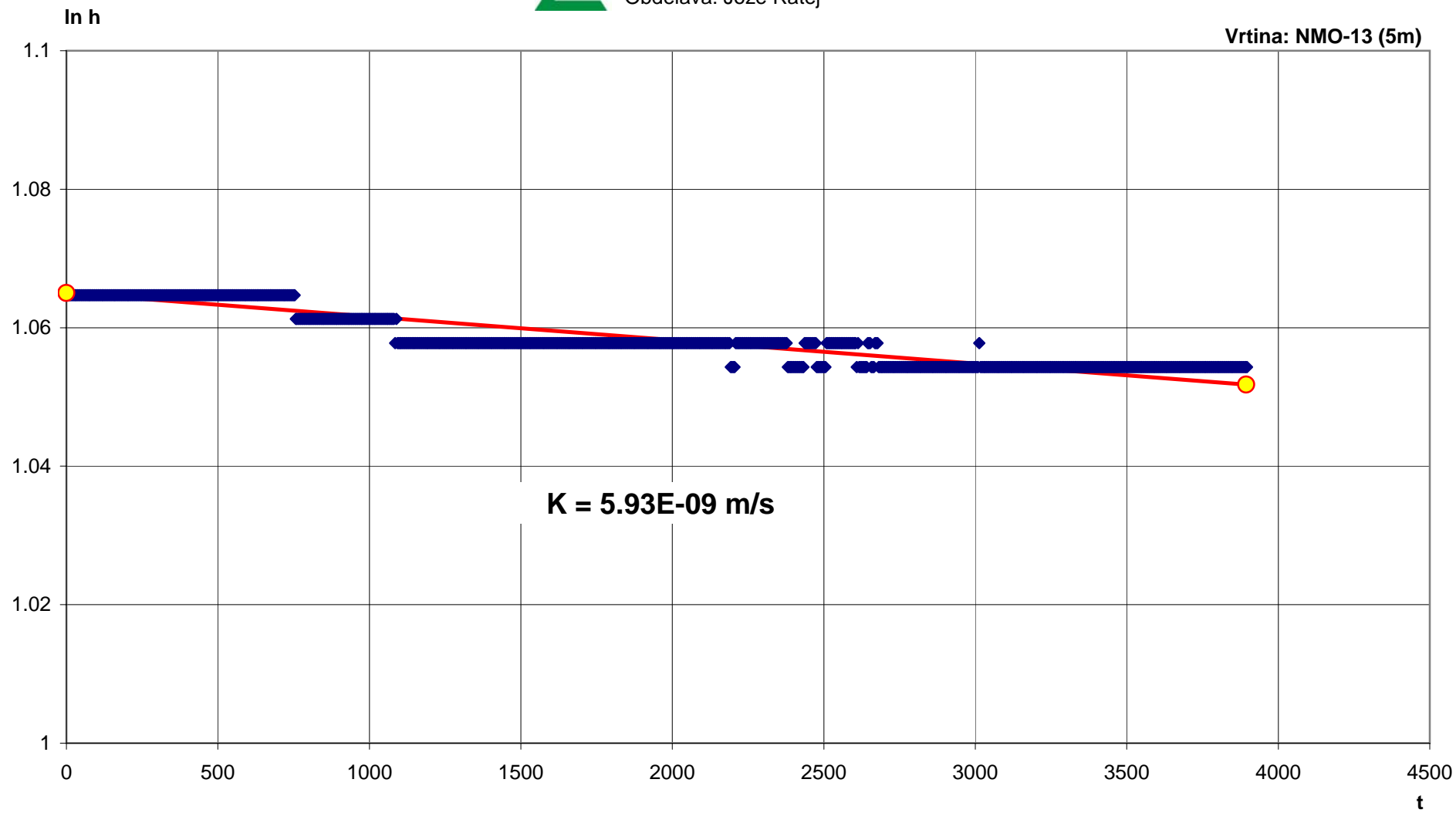






# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

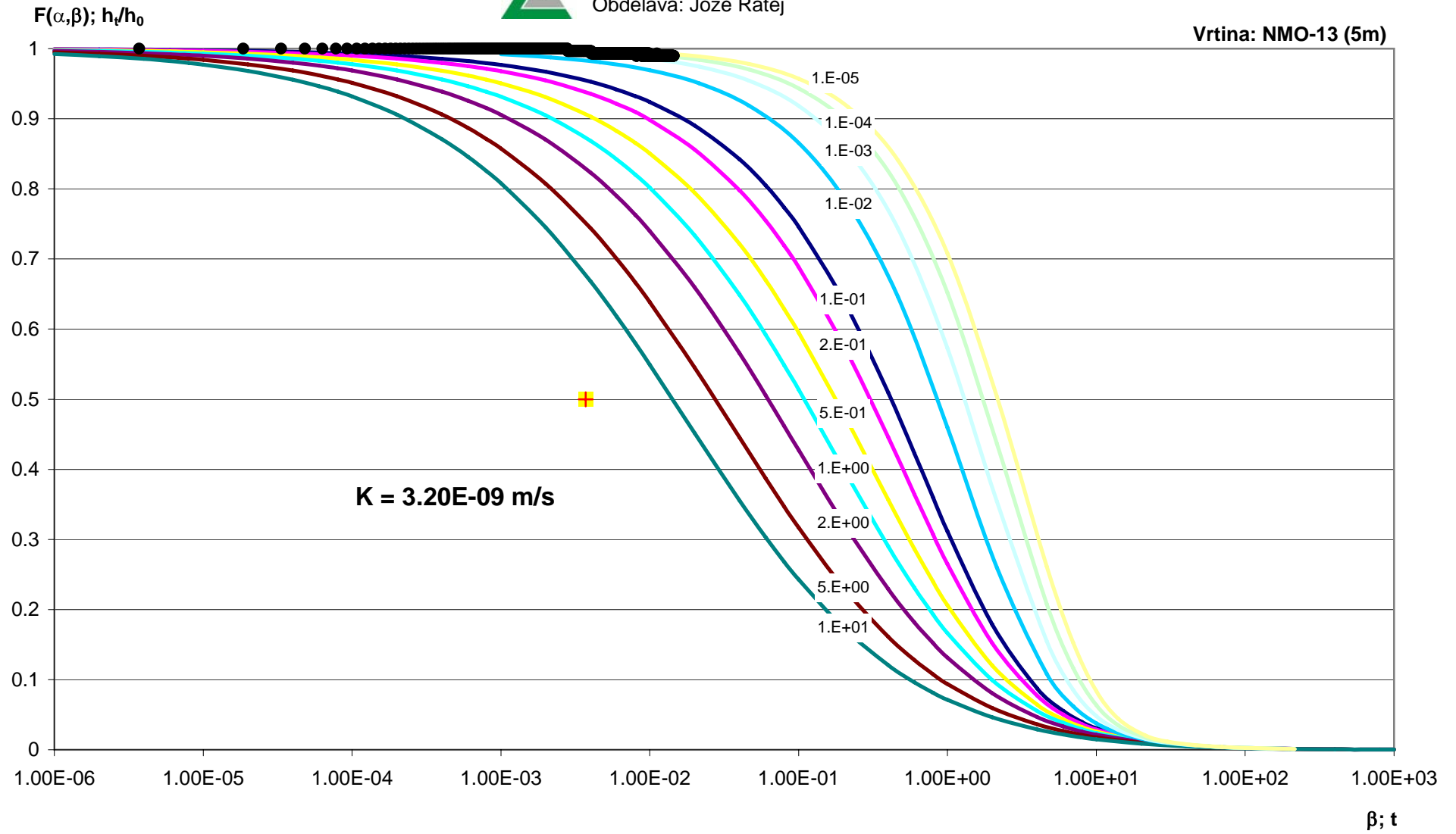




# COOPERJEV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

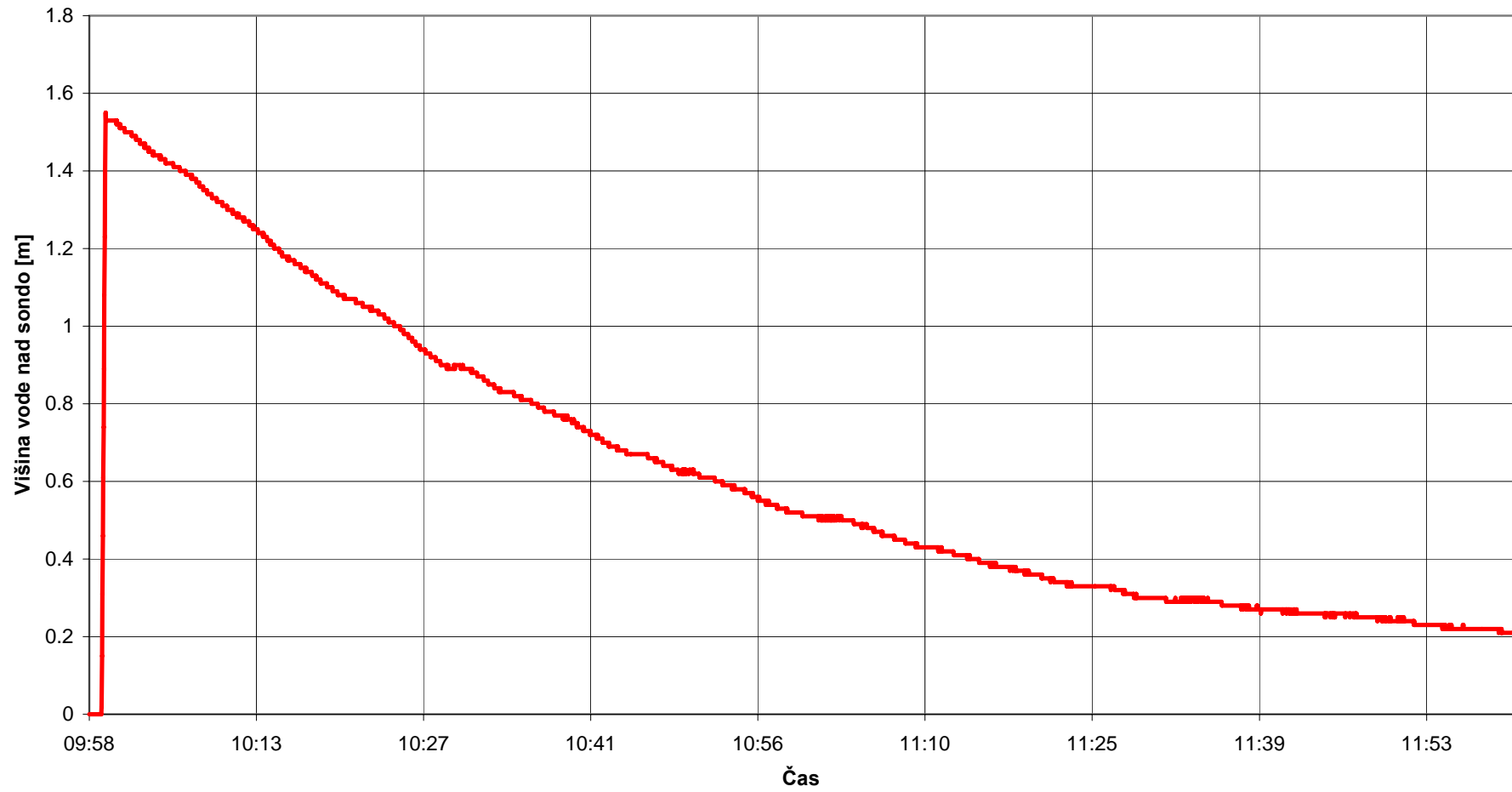
Vrtina: NMO-13 (5m)





# POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTIN

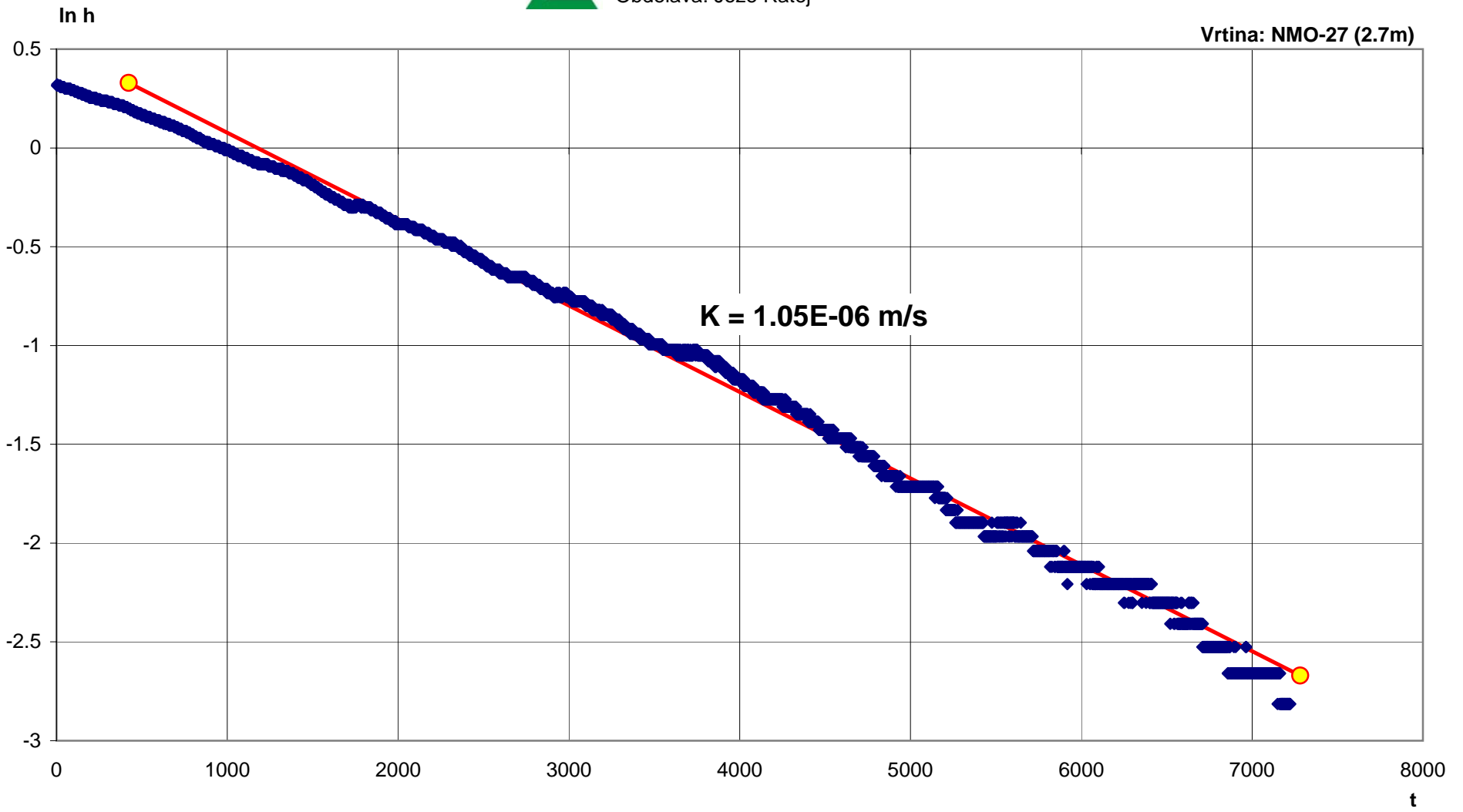
NMO-27 (2.7m)





# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

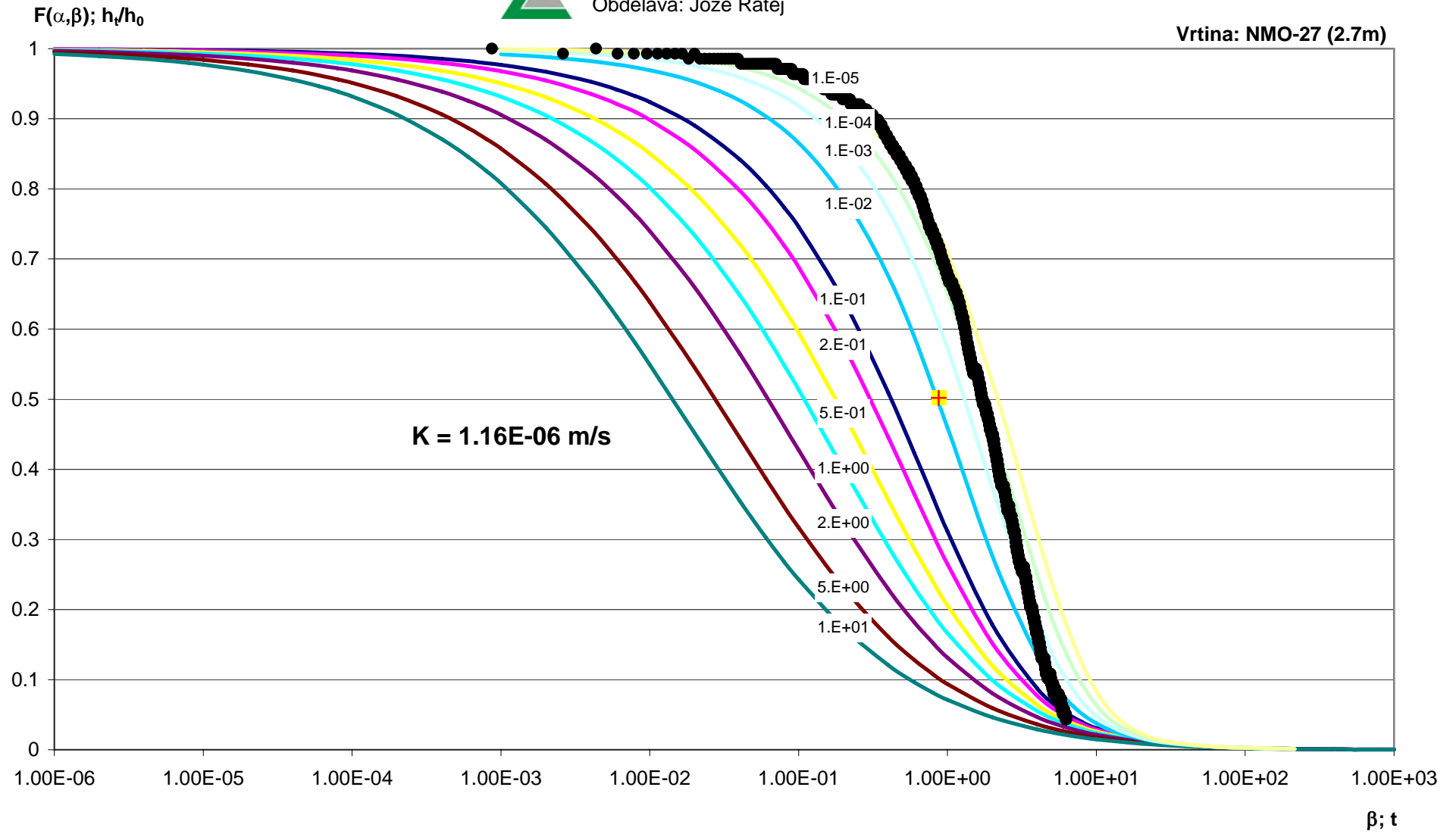




# COOPERJEV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: NMO-27 (2.7m)

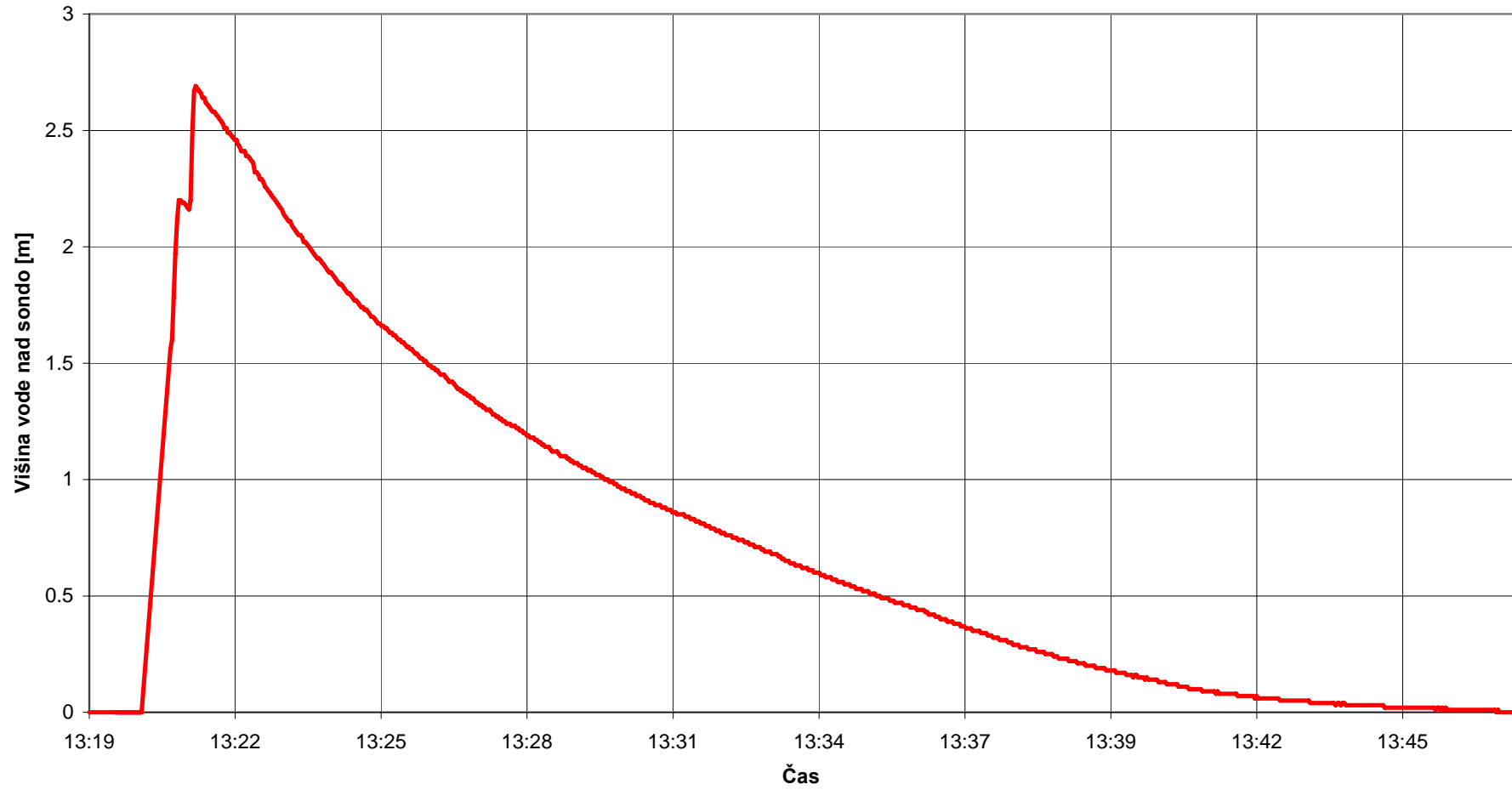






POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTIN|

NMO-28 (5.1m, 1. poizkus)

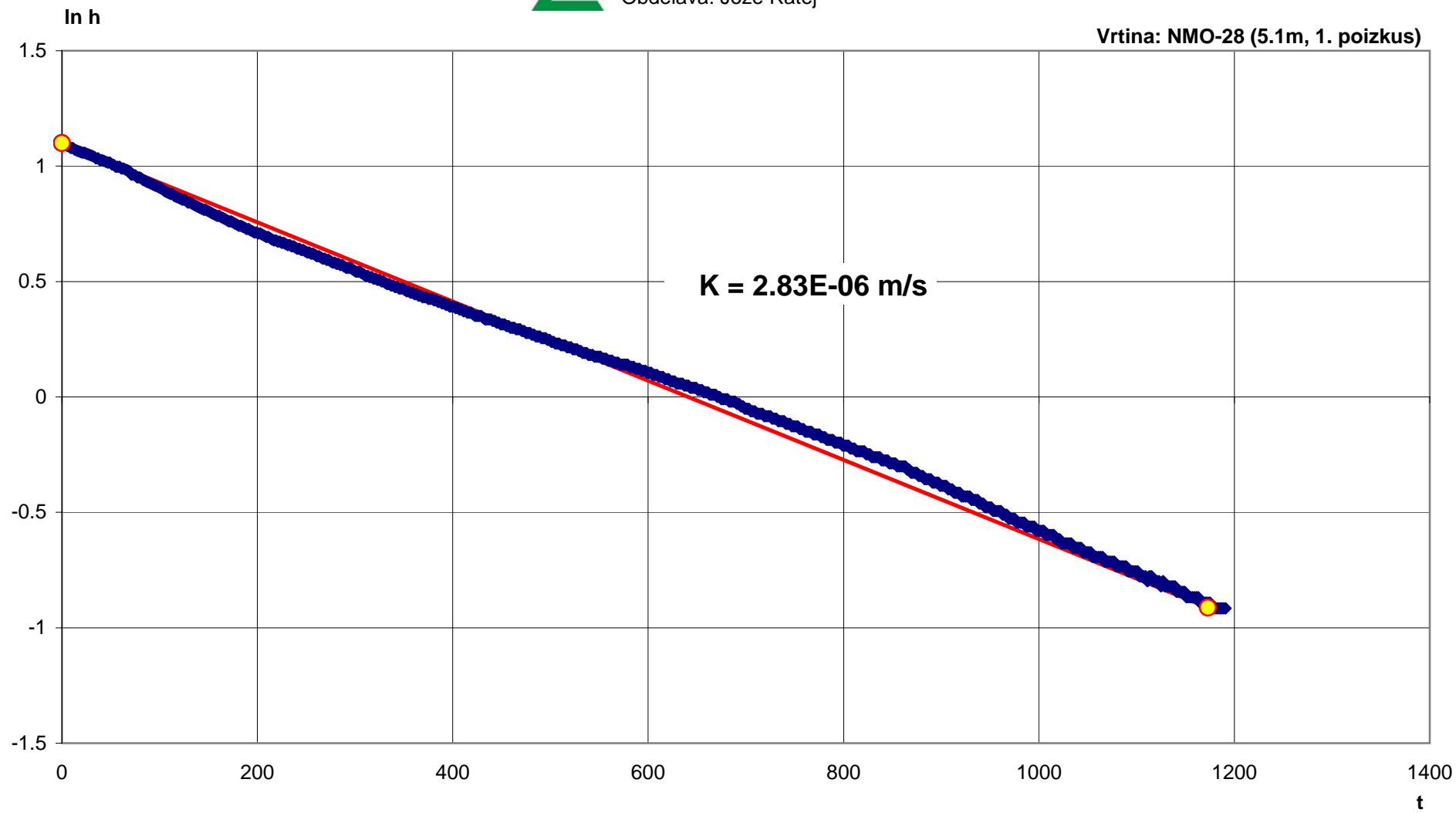




# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: NMO-28 (5.1m, 1. poizkus)

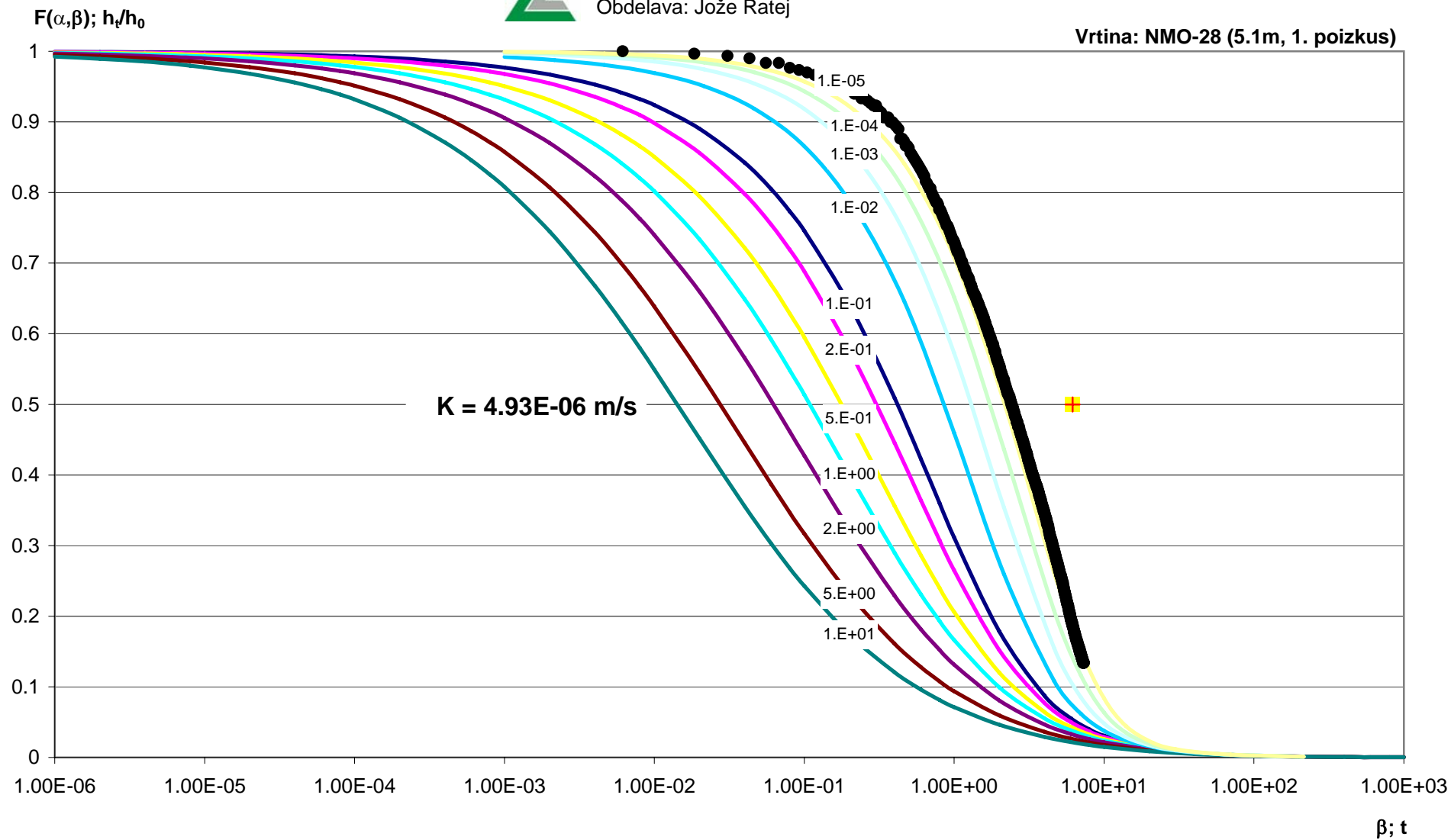




# COOPERJEV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

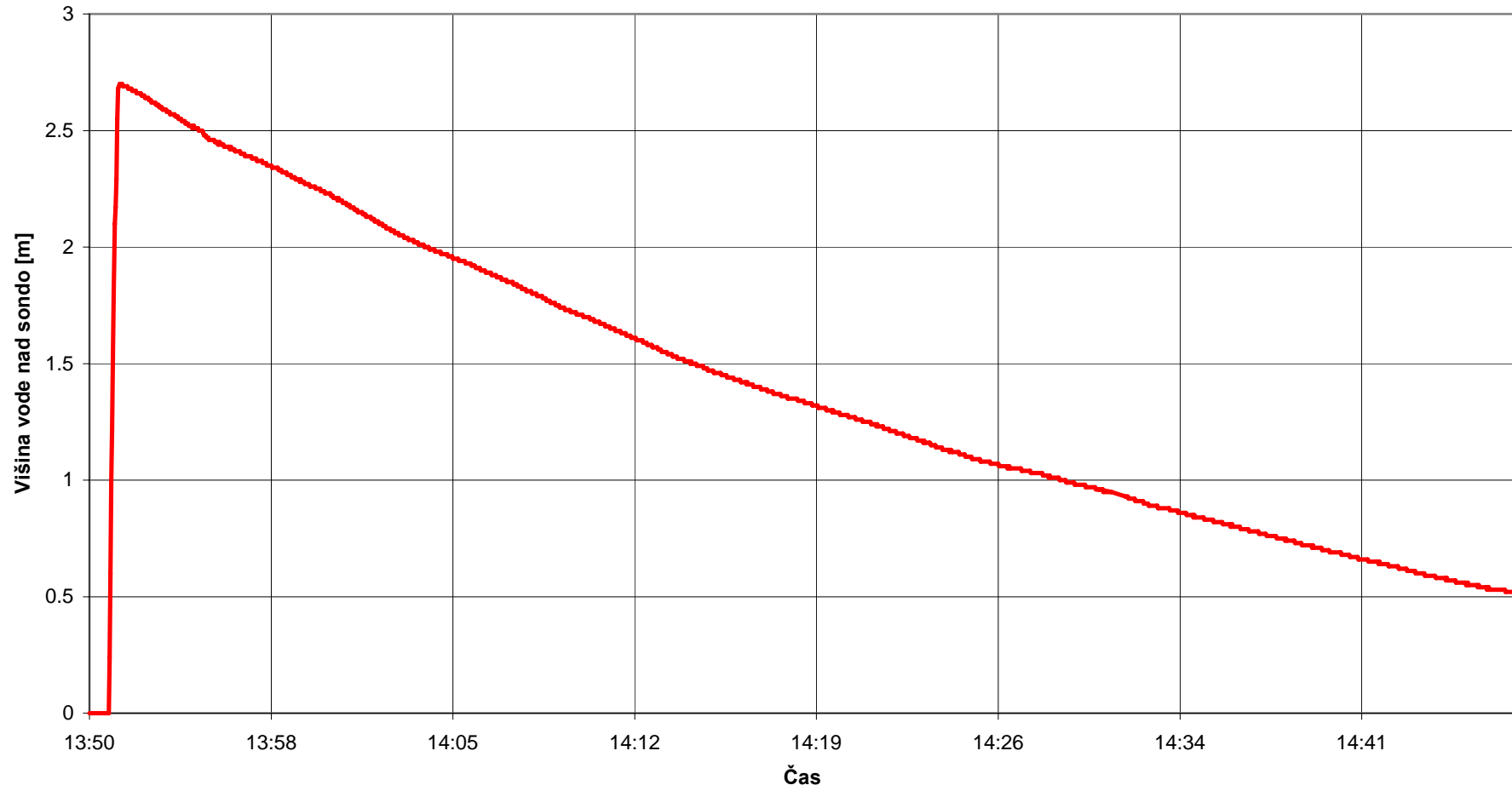
Vrtina: NMO-28 (5.1m, 1. poizkus)





# POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI

NMO-28 (5.1m, 2. poizkus)

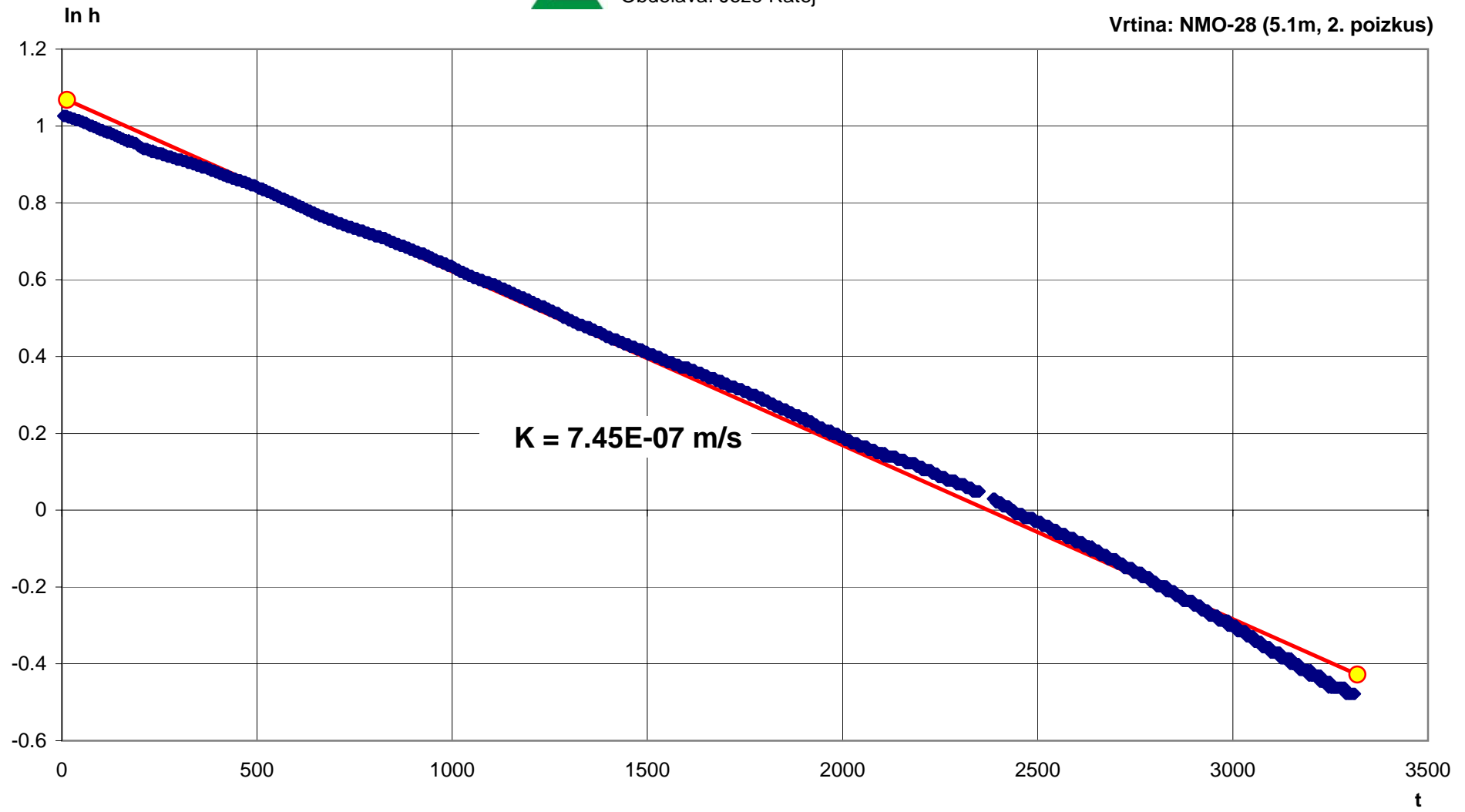




# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: NMO-28 (5.1m, 2. poizkus)

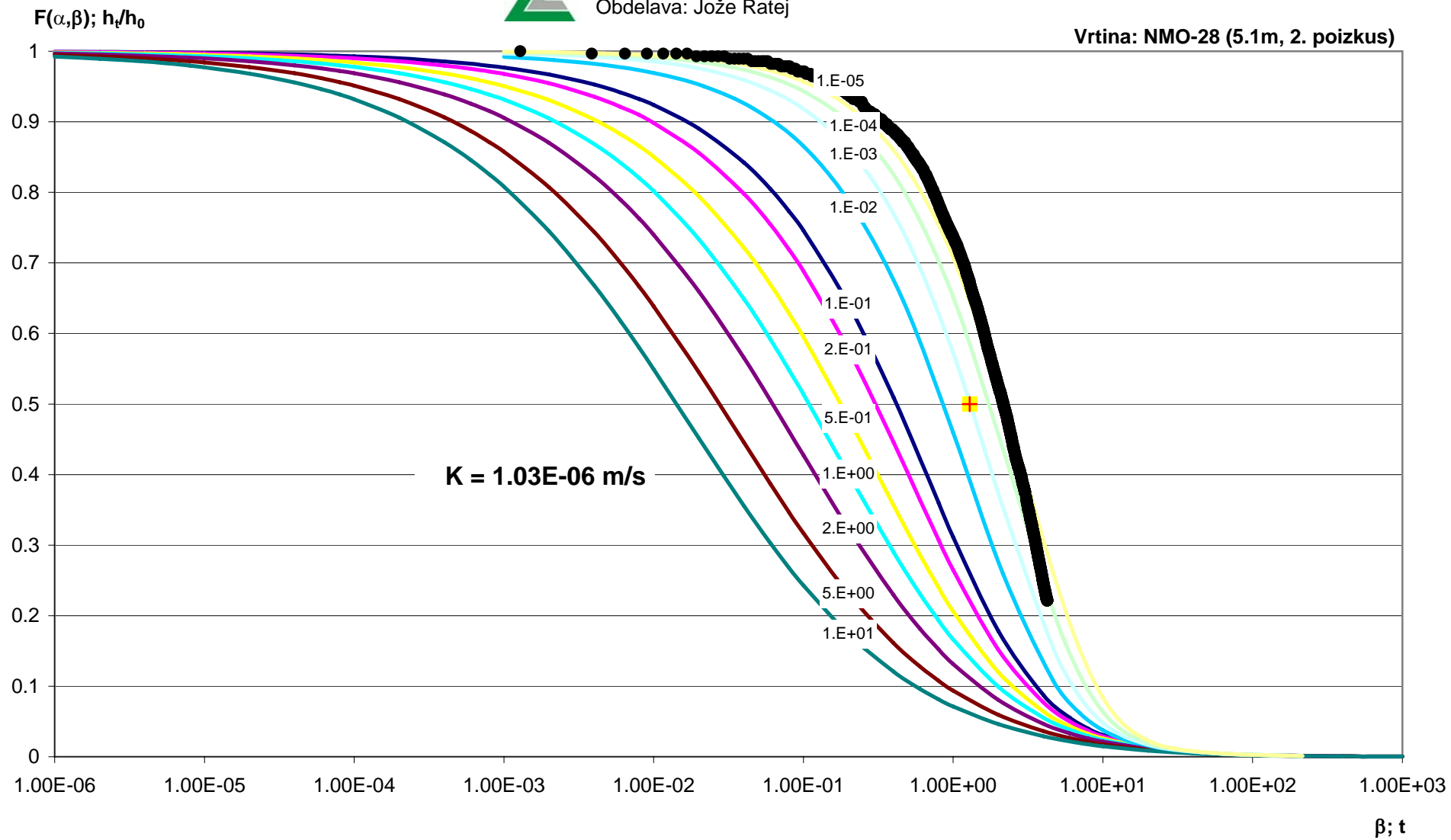




# COOPERJEV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

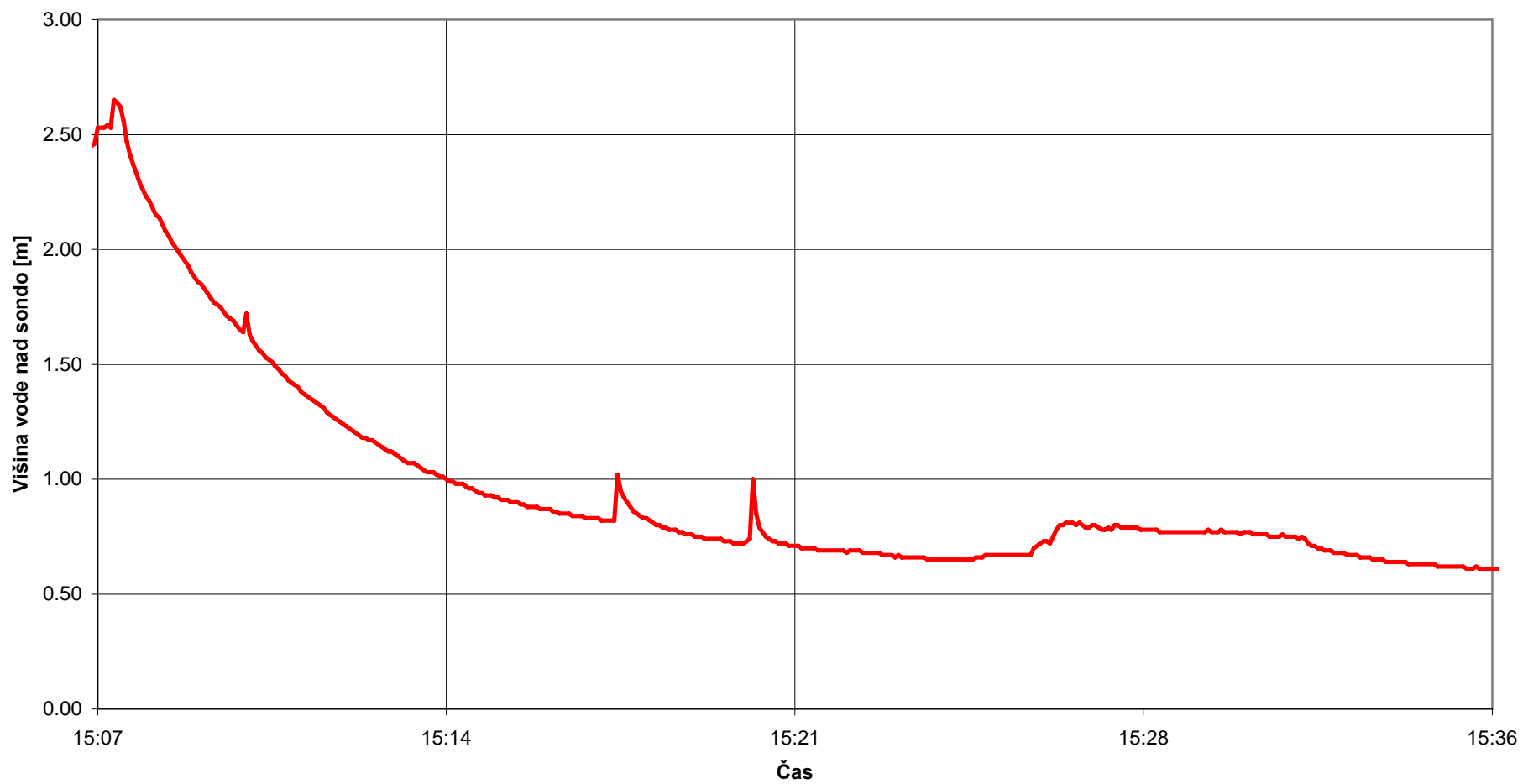
Vrtina: NMO-28 (5.1m, 2. poizkus)







POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTIN NMO-36 (5.9m)

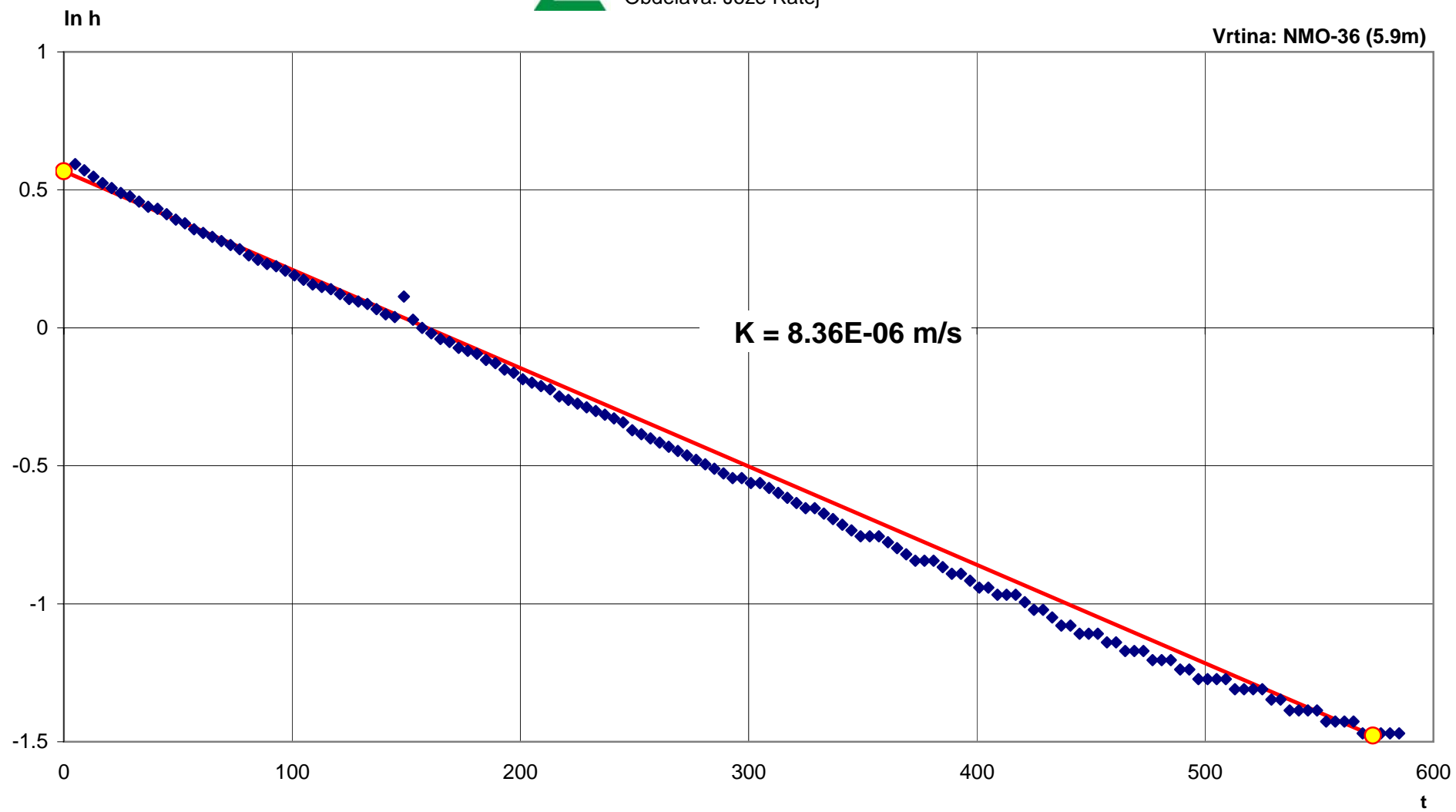




# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: NMO-36 (5.9m)

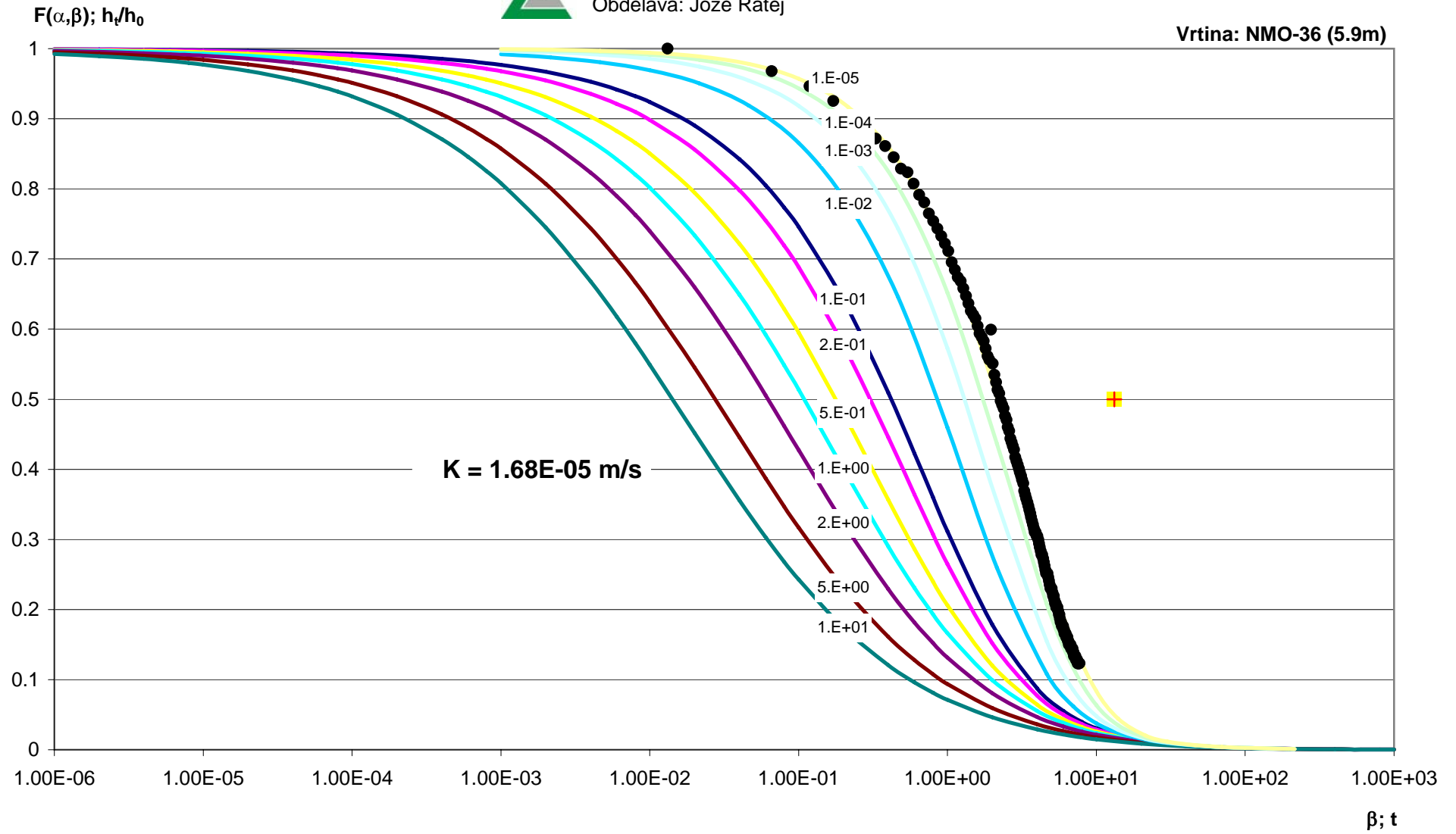




# COOPERJEV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

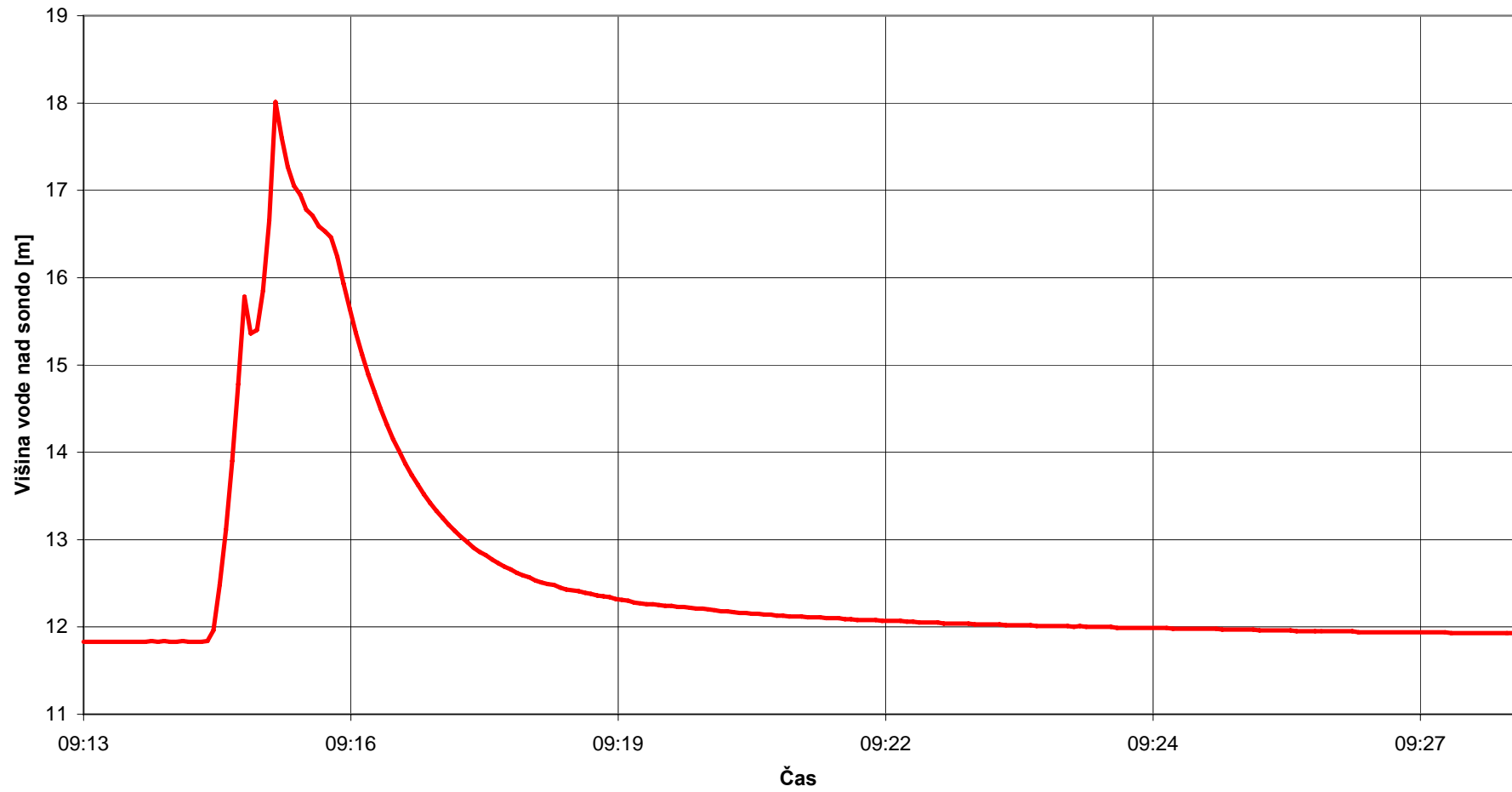
Vrtina: NMO-36 (5.9m)





# POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI

NMPZ-1/10

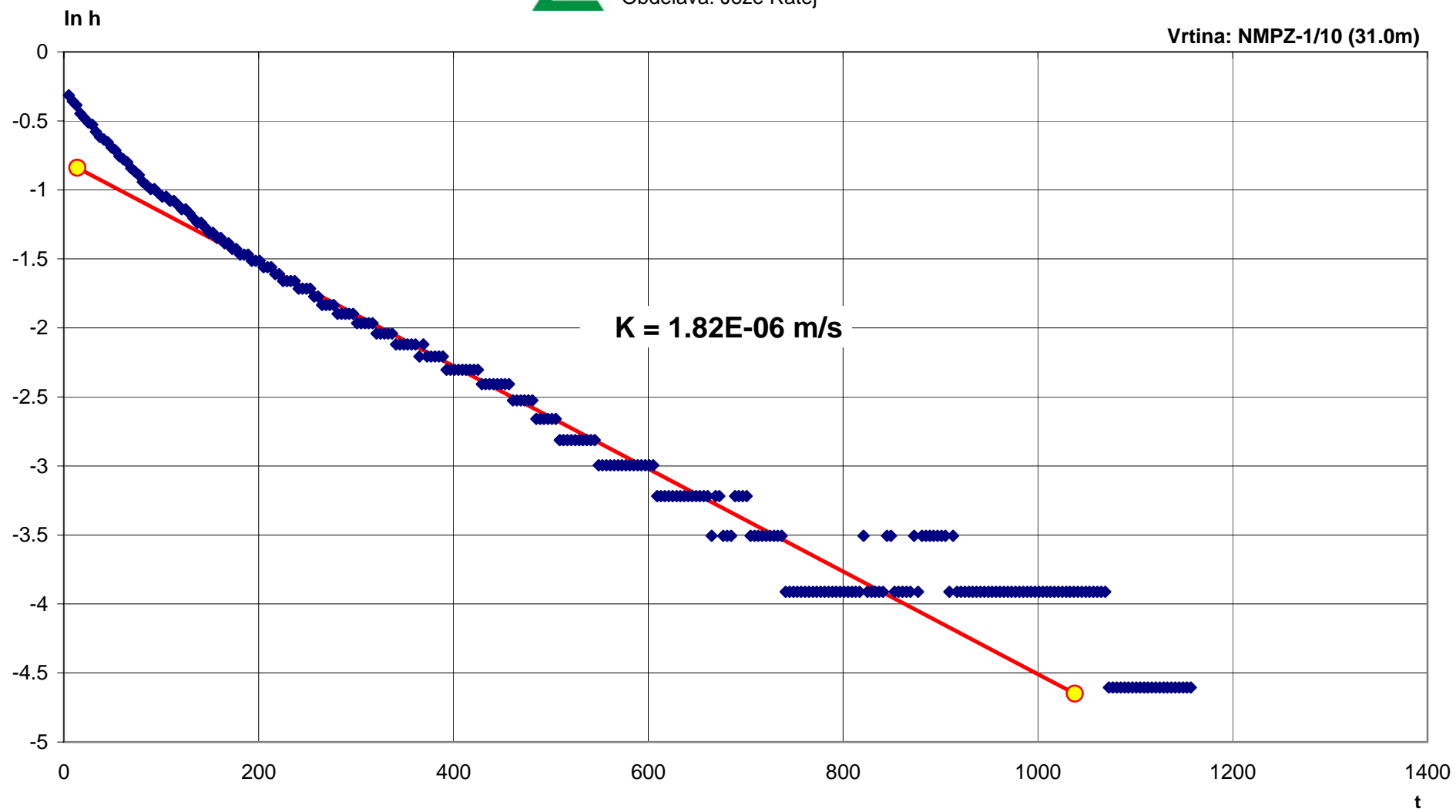




# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: NMPZ-1/10 (31.0m)

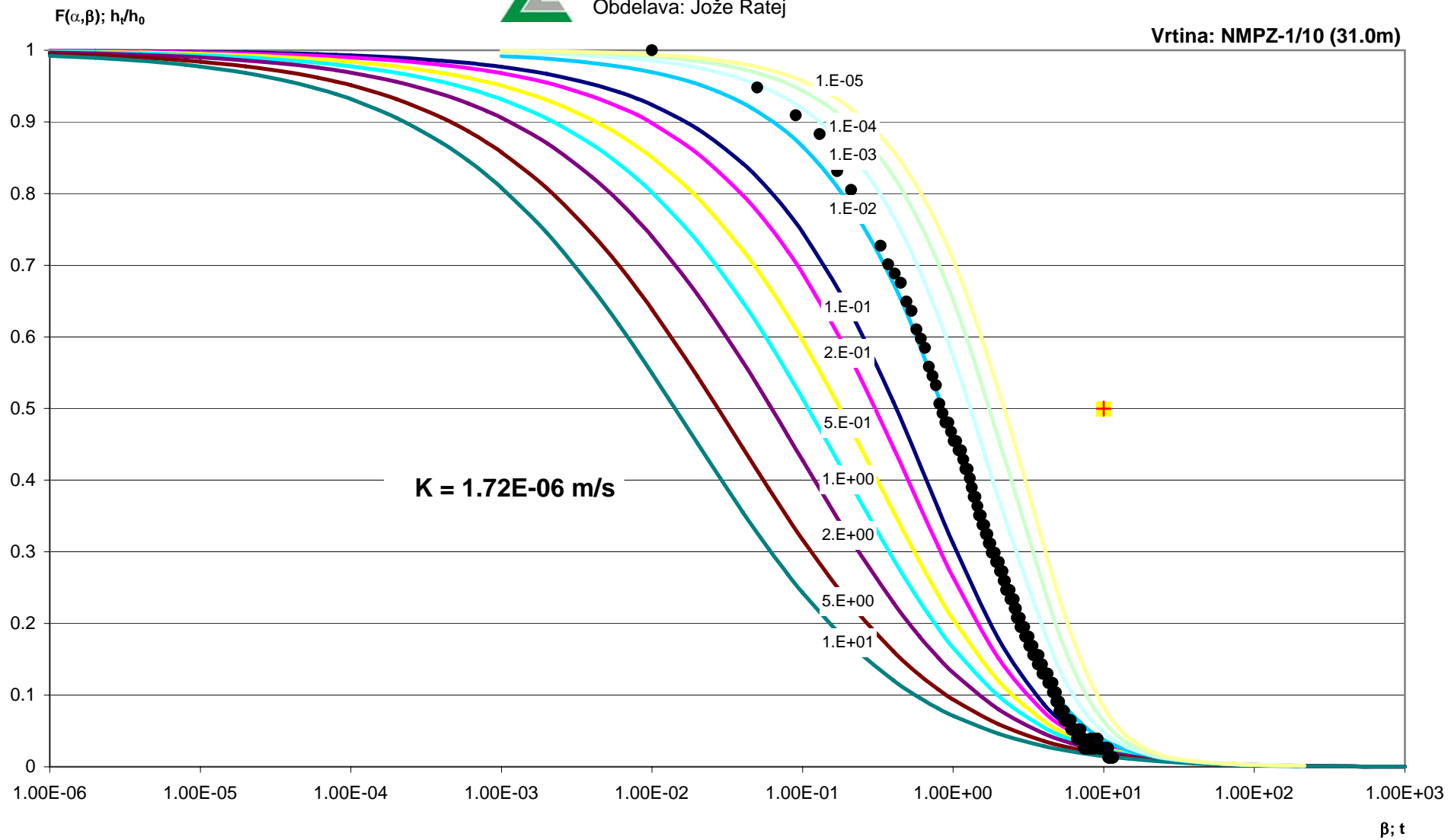




# COOPERJEV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

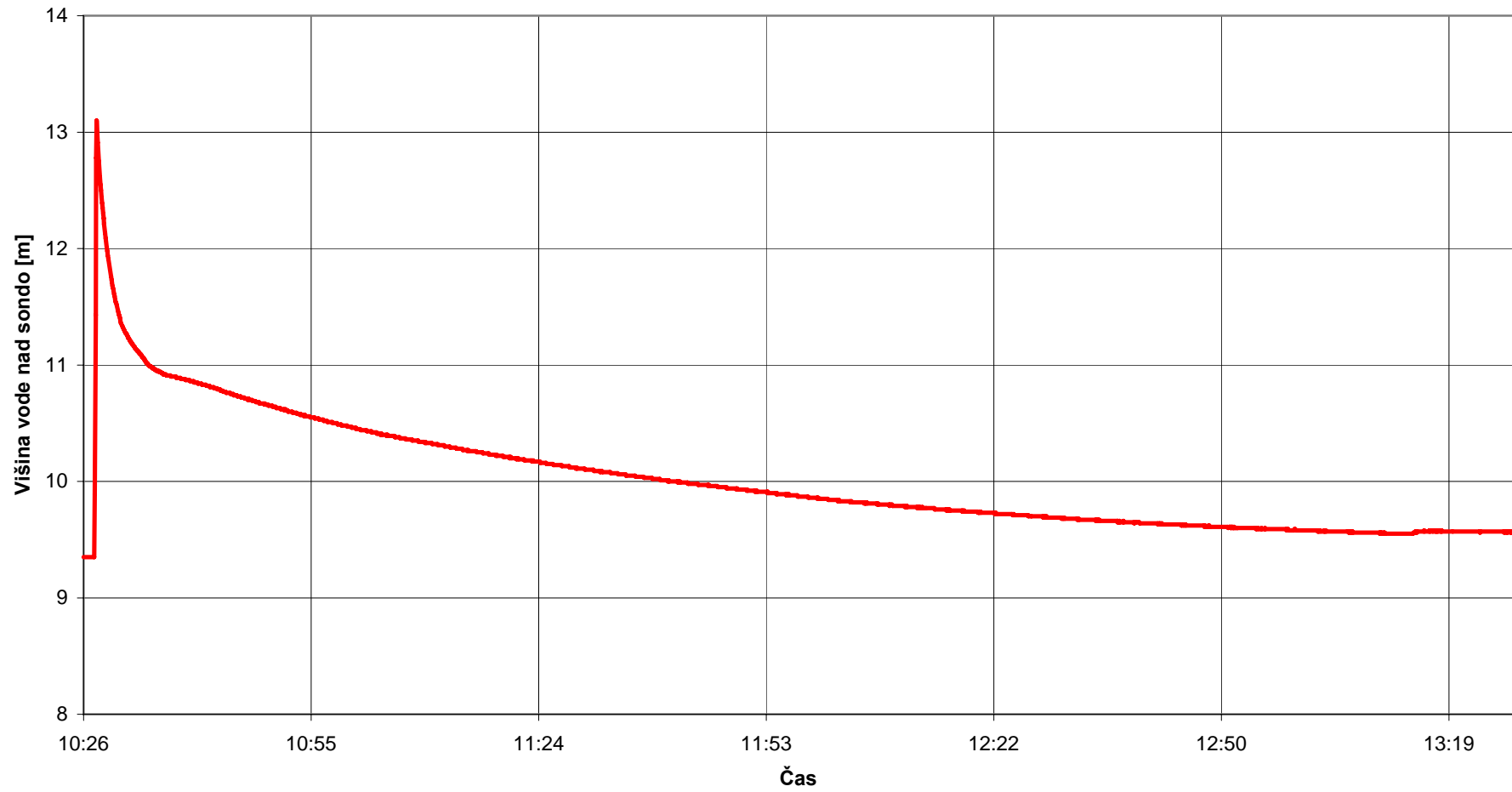
Vrtina: NMPZ-1/10 (31.0m)







## POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI NMPZ-2/10 (30.5m)

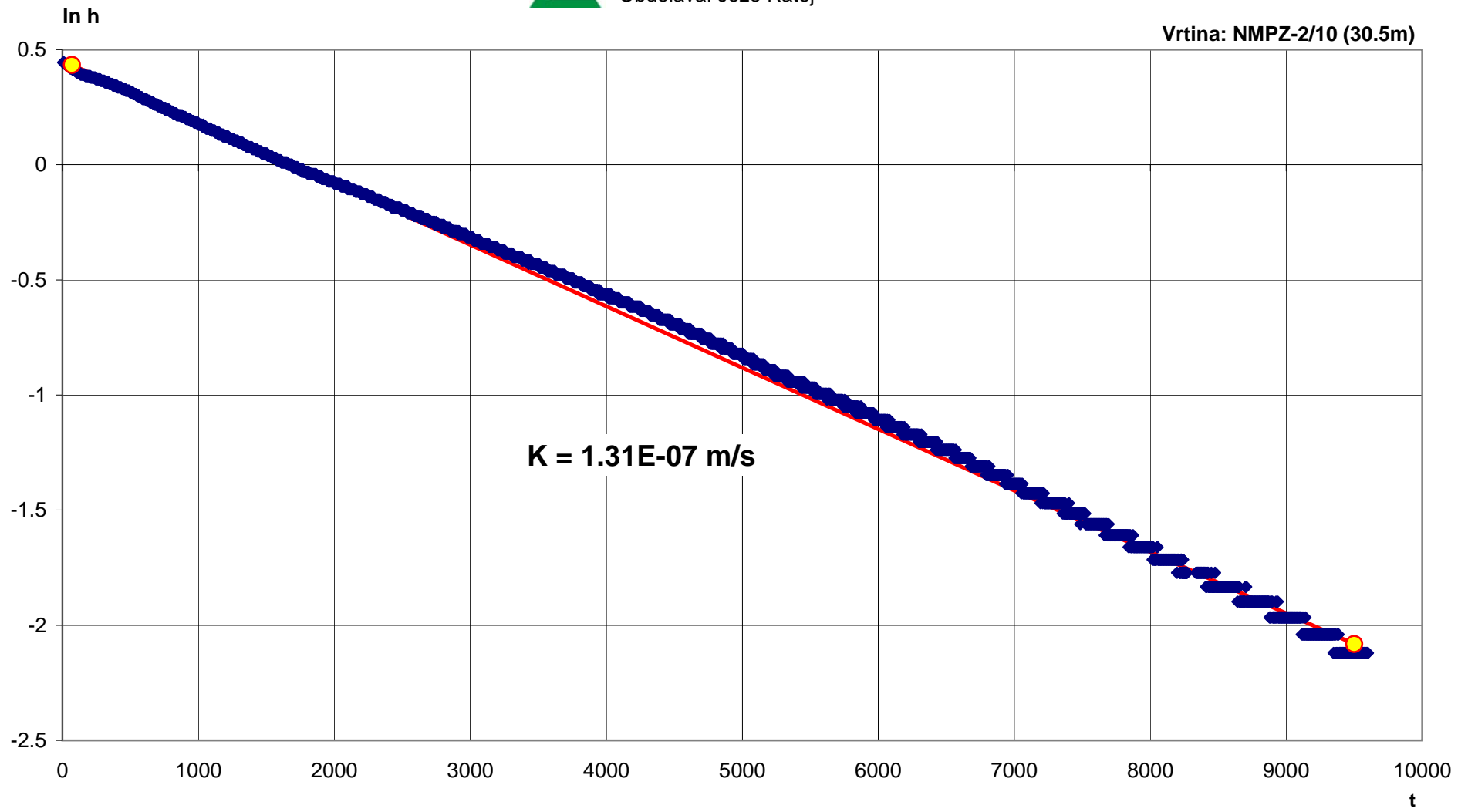




# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: NMPZ-2/10 (30.5m)

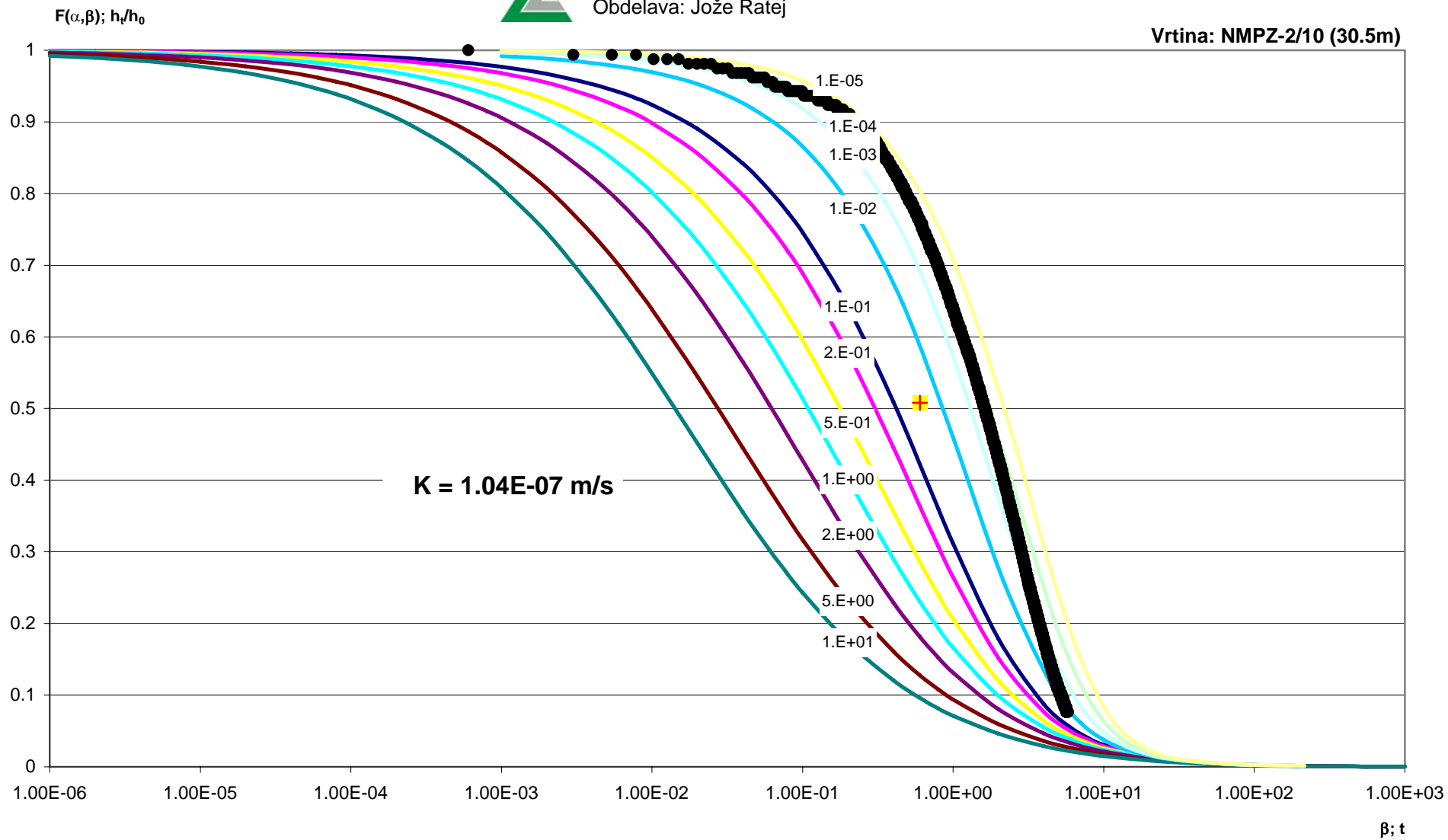




# COOPERJEV DIAGRAM

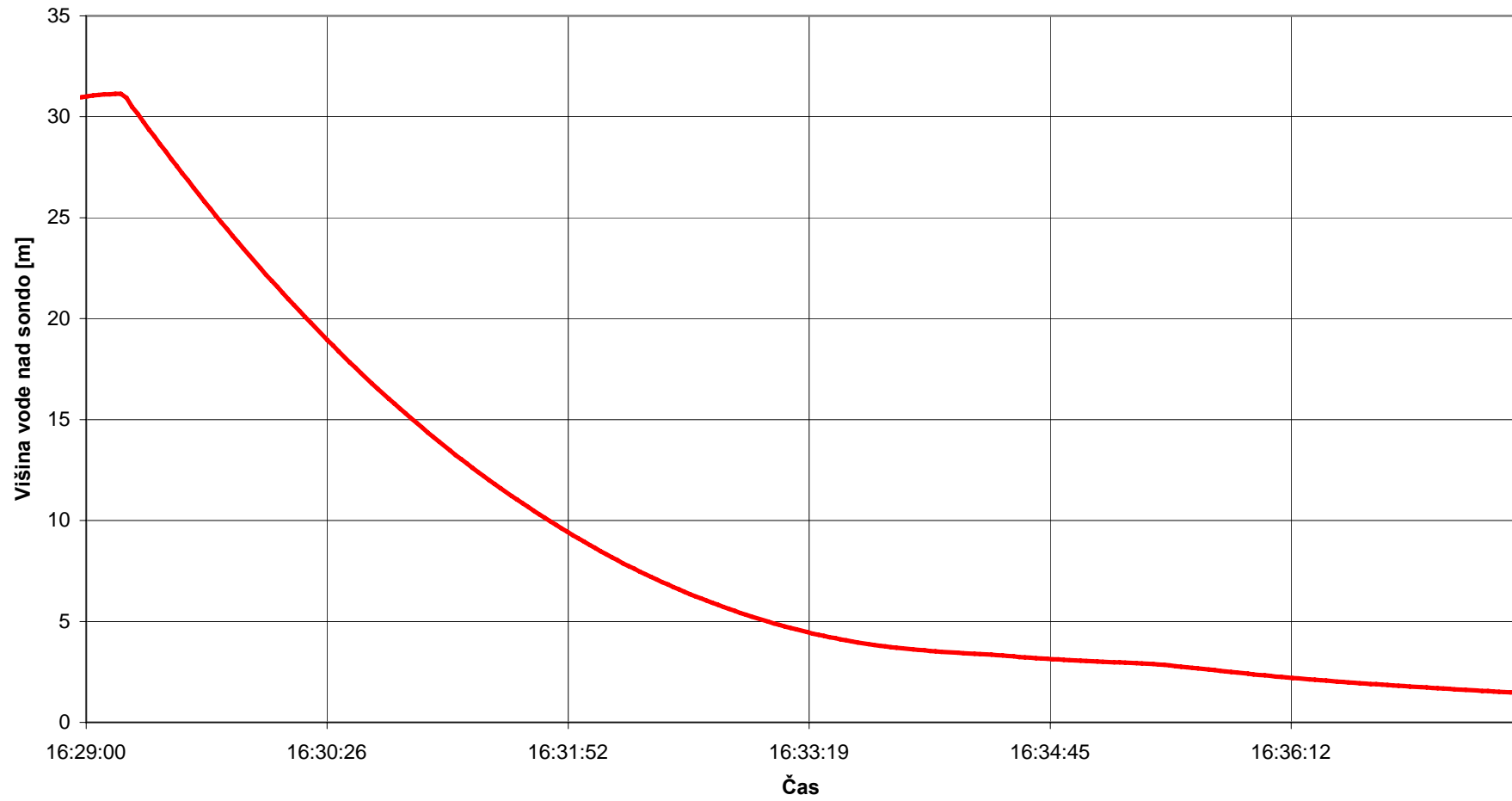
Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: NMPZ-2/10 (30.5m)





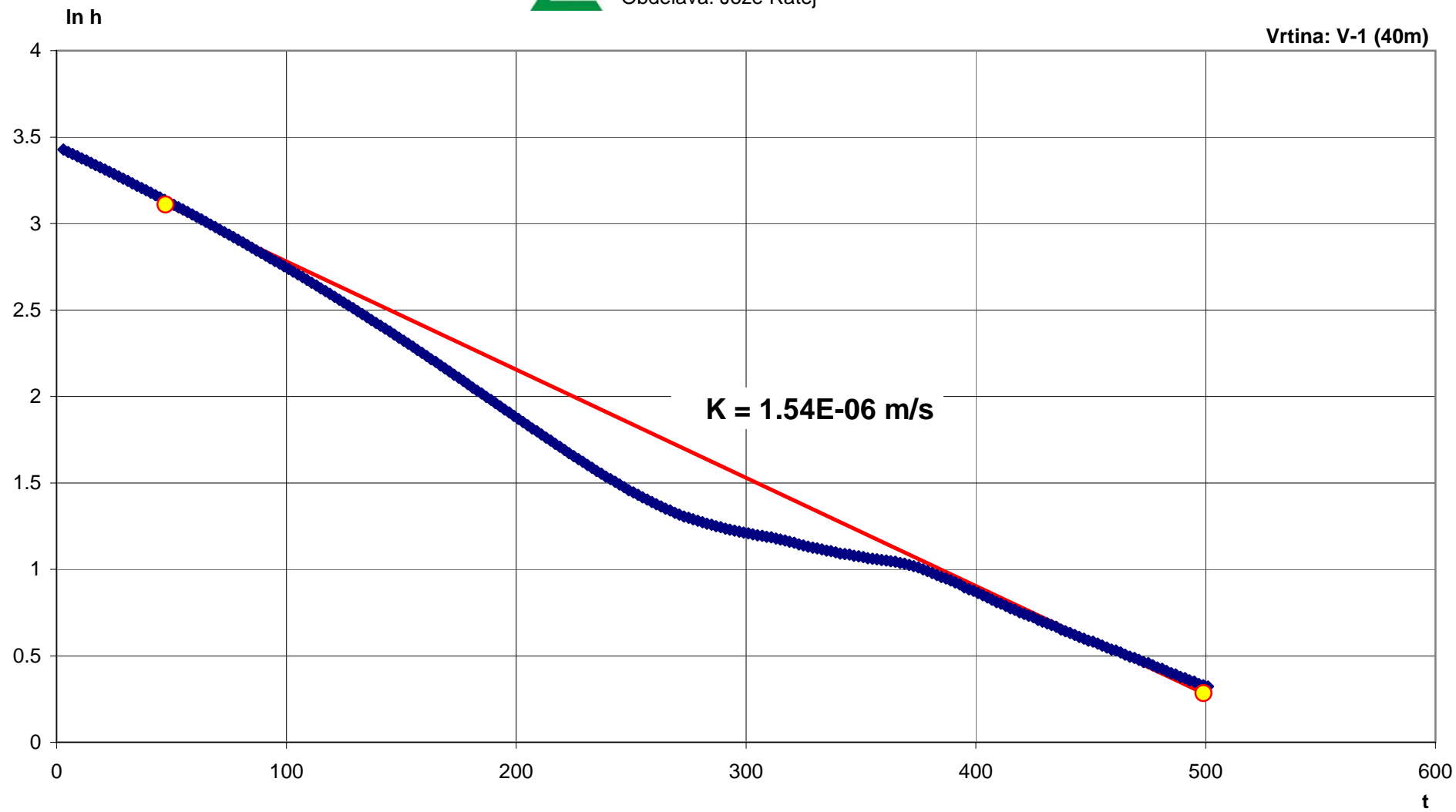
POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI V-1 (40m)





# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

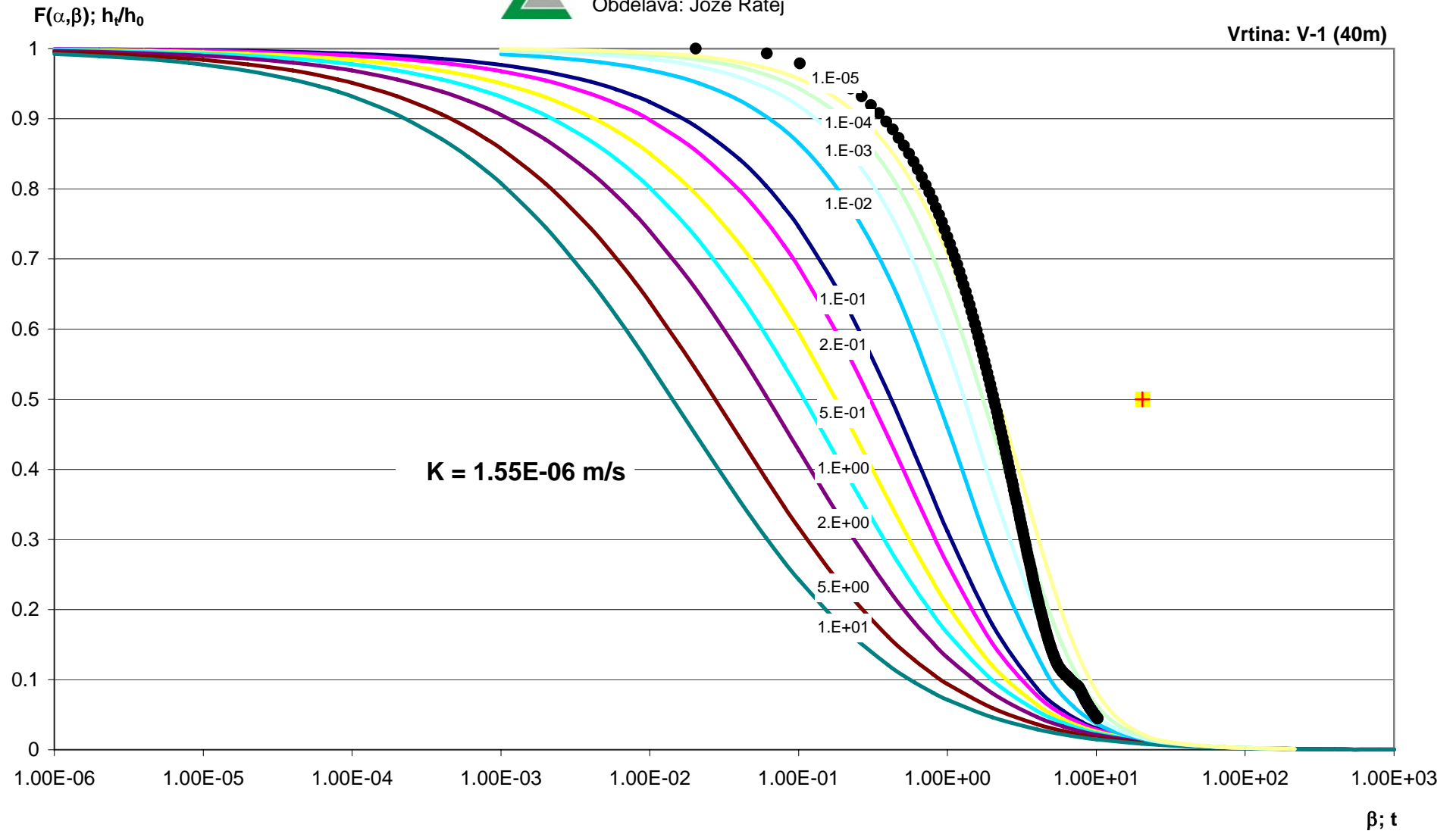




# COOPERJEV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

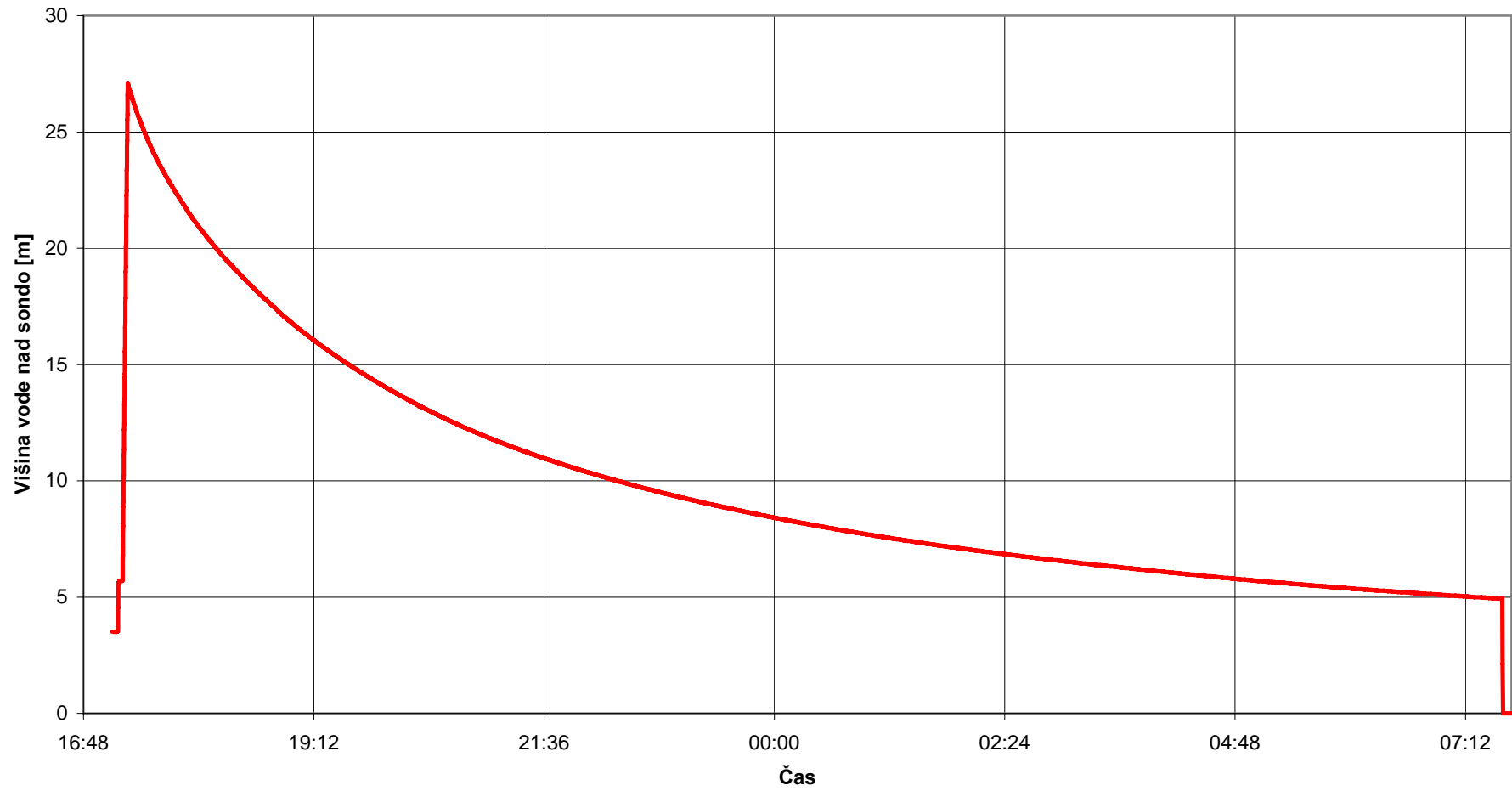
Vrtina: V-1 (40m)





POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VRTINI

V-3 (32m)



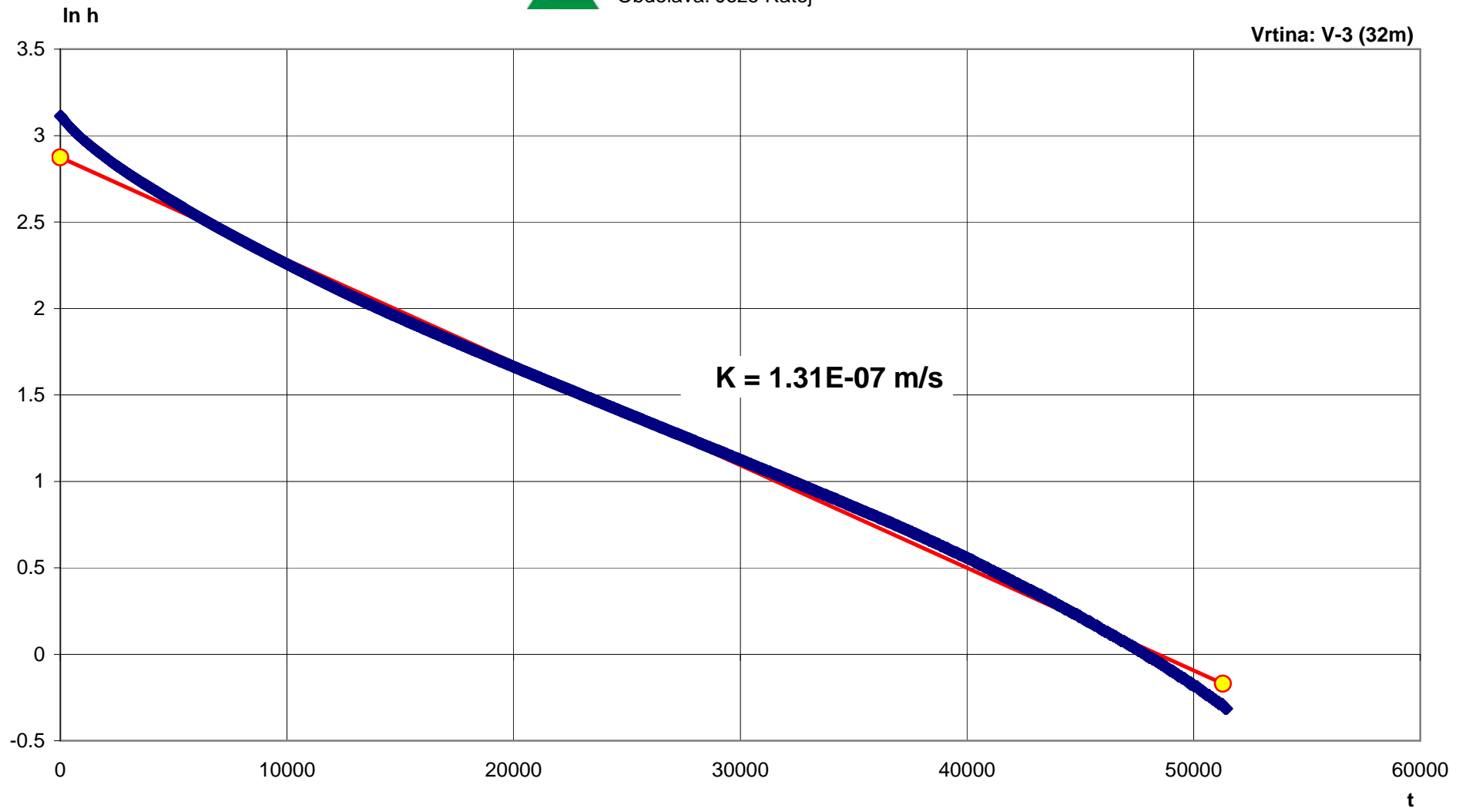




# DIAGRAM HVORSLEVA

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: V-3 (32m)

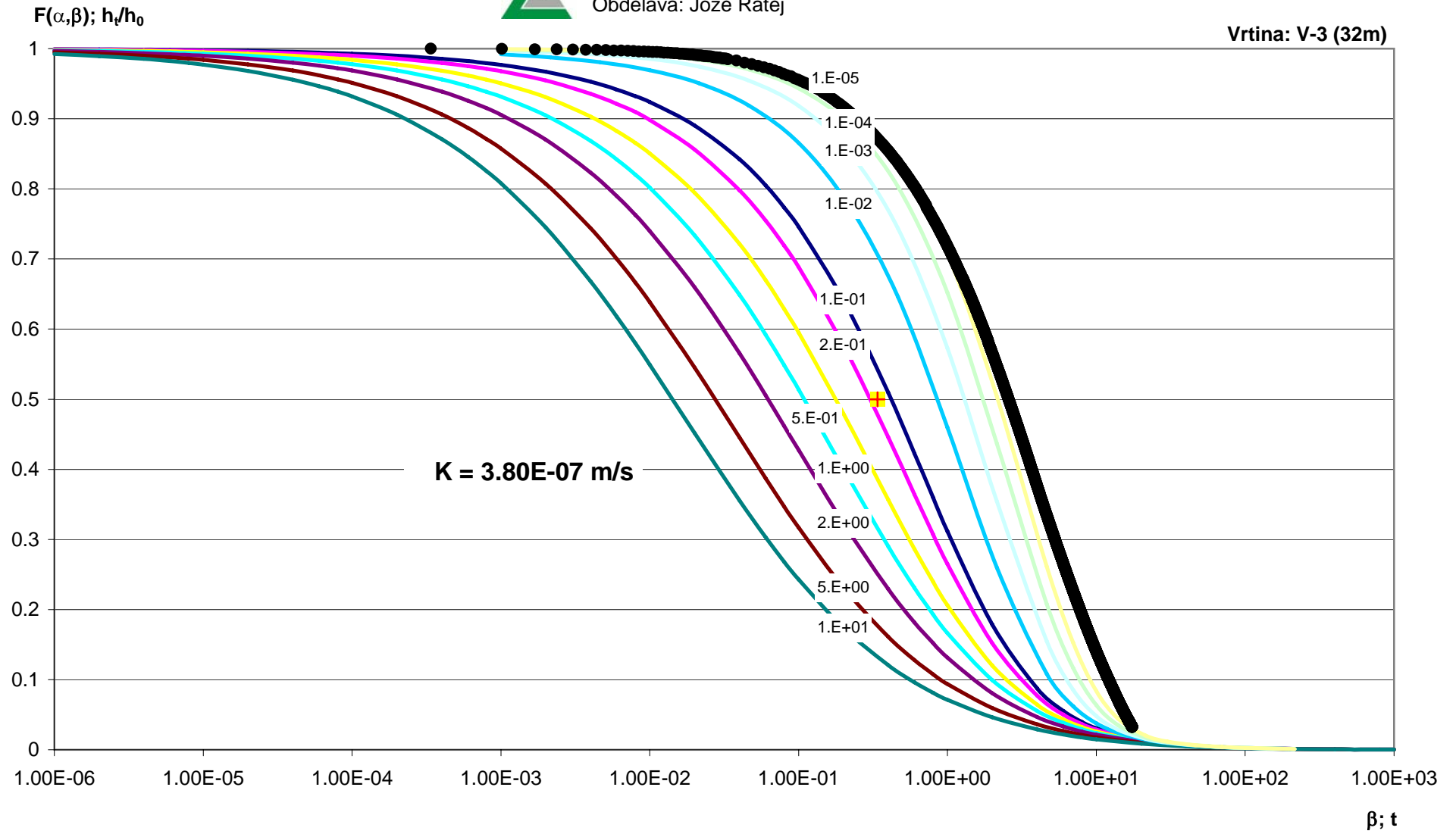




# COOPERJEV DIAGRAM

Obdelava: Jože Ratej

Vrtina: V-3 (32m)



**Lokacija:**

**Novo mesto**

**Oznaka vrtine:**  
NMPz-1/10

Datum vrtanja: 17-20.5.2010

Kartiral: Grega Juvan u.d.i.geol.

**Globina:**  
31 m

**Koordinate:**  
X:72839.28

Izvajalec vrtanja: Rovs d.o.o.

Obdelal: Miran Eržen

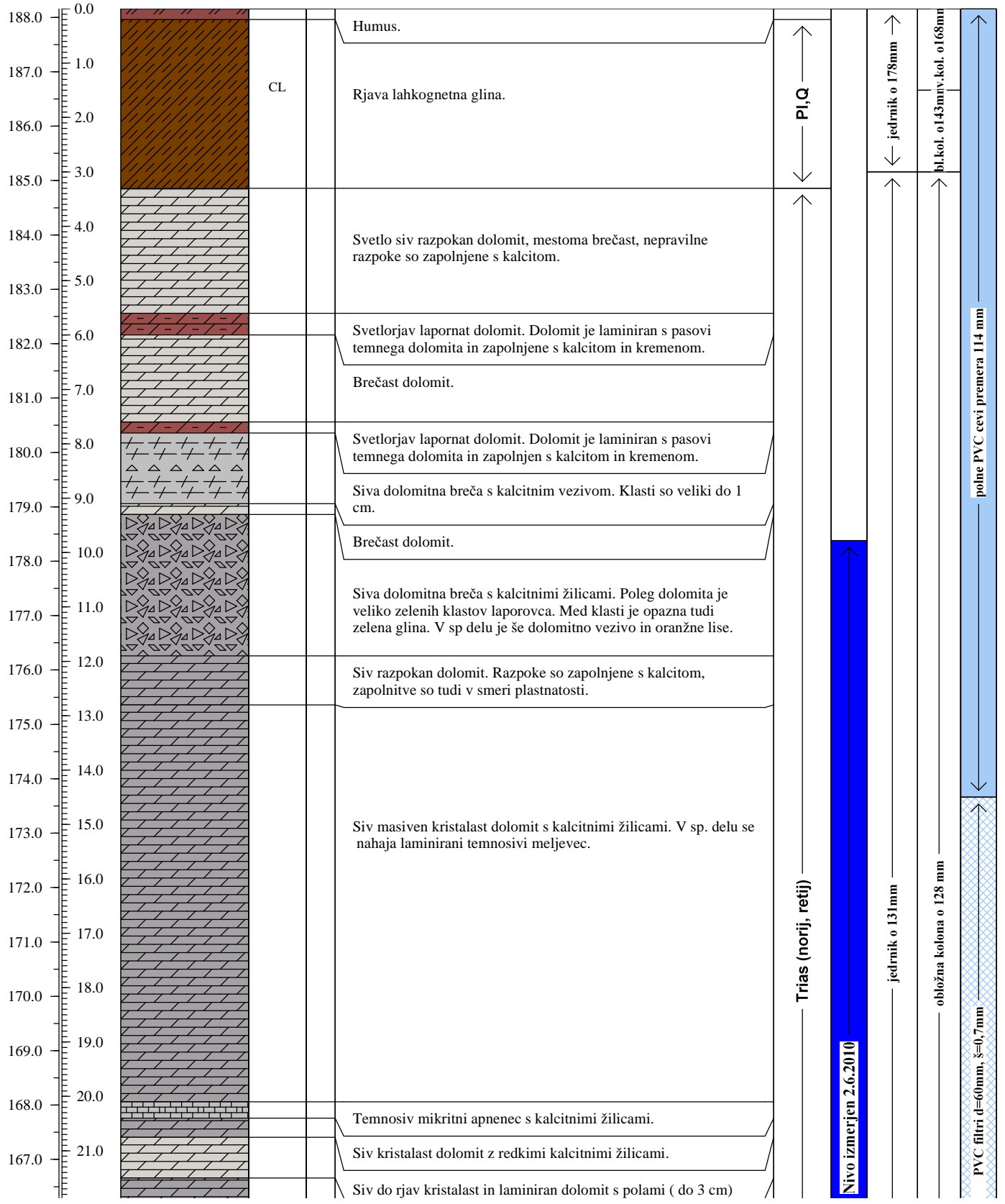
**Merilo:**  
1:100

Y:515232.67  
Z: 188.16 m

Naročnik: DRSC

Pregledal: dr.Jože Ratej u.d.i.geol.

GLOBINA		LITOLOŠKI	USCS klas.	Vpad plasti	GEOLOŠKO - GEOTEHNIČNI OPIS	Geol. starost	Podz. voda	Podatki o vrtanju
n.m.v.	m	STOLPEC	Razpoke					



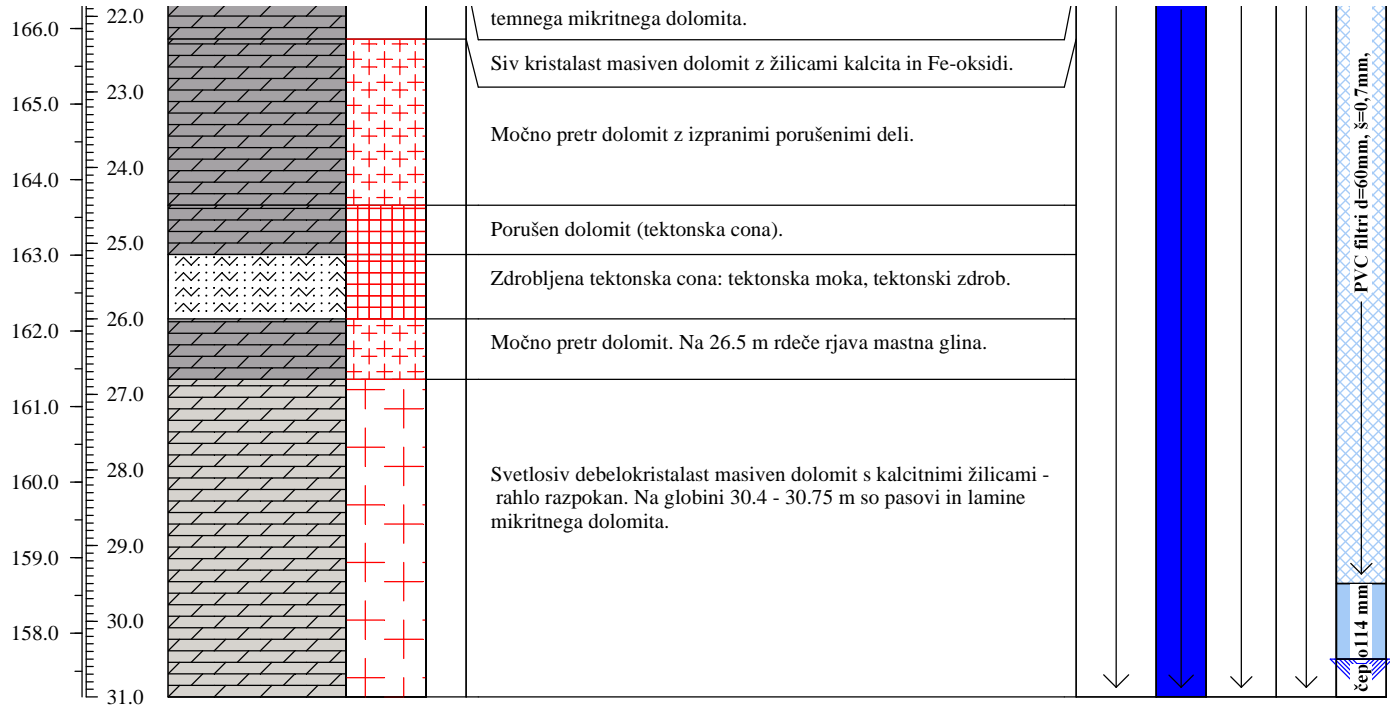
Lokacija:

Novo mesto

Merilo:  
**1:100**

Oznaka vrtine:  
**NMPz-1/10**

GLOBINA		LITOLOŠKI	USCS klas.	Vpad plasti	GEOLOŠKO - GEOTEHNIČNI OPIS	Geol. starost	Podz. voda	Podatki o vrtanju
n.m.v.	m	STOLPEC	Razpoke					



Lokacija:

Novo mesto

 Oznaka vrtine:  
NMPz-2/10

Datum vrtanja: 21-26.5.2010

Kartiral: Ivačič Boštjan

 Globina:  
30.5 m

 Koordinate:  
X:74827.51

Izvajalec vrtanja: Rova d.o.o.

Obdelal: Miran Eržen

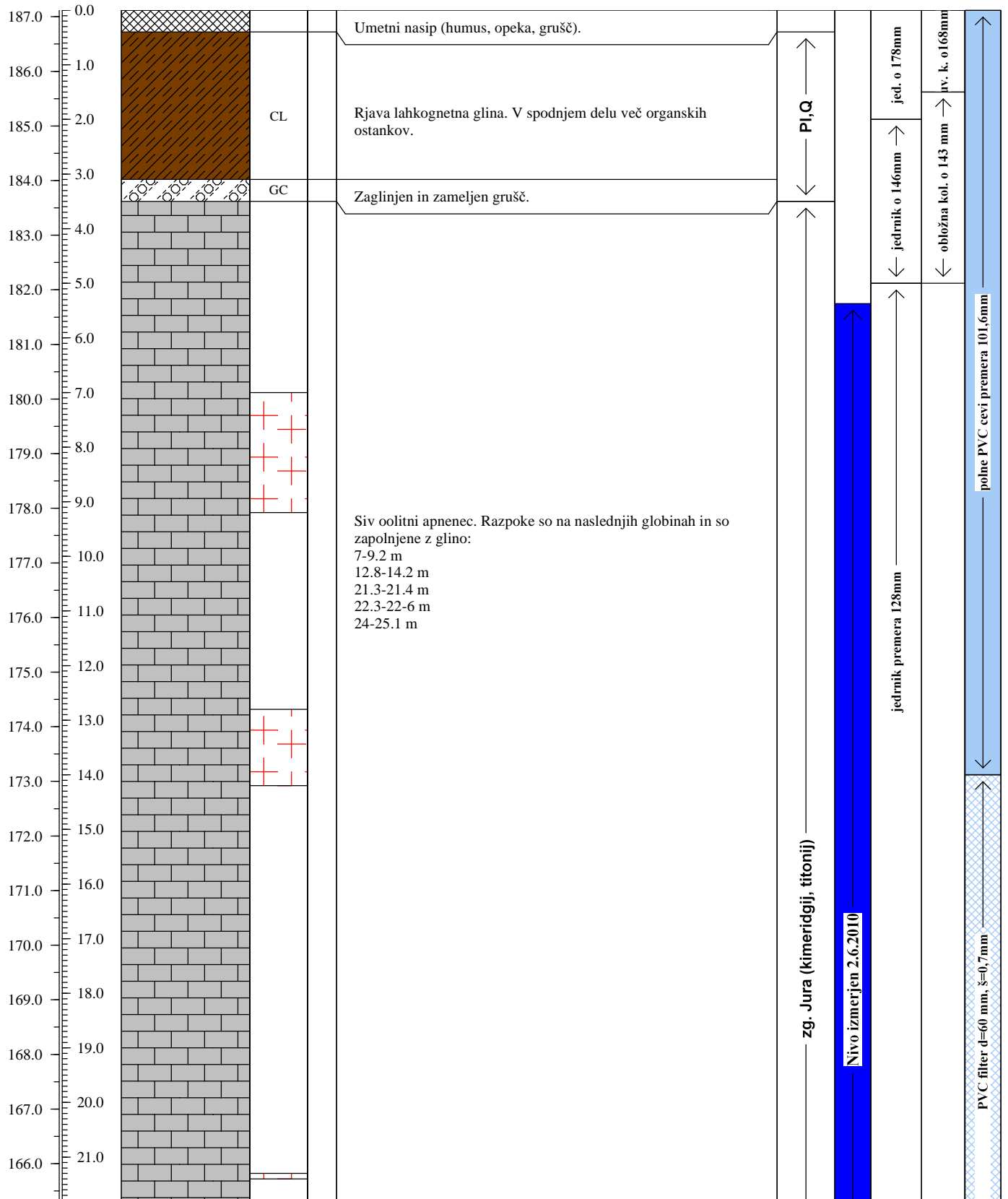
 Merilo:  
1:100

 Y:510242.37  
Z: 187.12 m

Naročnik: DRSC

Pregledal: dr. Jože Ratej u.d.i.geol.

GLOBINA		LITOLOŠKI	USCS	Vpad plasti	GEOLOŠKO - GEOTEHNIČNI OPIS	Geol. starost	Podz. voda	Podatki o vrtanju
n.m.v.	m	STOLPEC	klas. Razpoke					



Lokacija:

Novo mesto

Merilo:  
**1:100**

Oznaka vrtine:  
**NMPz-2/10**

GLOBINA		LITOLOŠKI STOLPEC	USCS klas. Razpoke	Vpad plasti	GEOLOŠKO - GEOTEHNIČNI OPIS	Geol. starost	Podz. voda	Podatki o vrтанju
n.m.v.	m							

