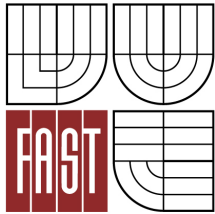




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

REKONSTRUKCE ODLEHČOVACÍ KOMORY PRO KOŘENOVOU ČISTÍRNU ODPADNÍCH VOD

RECONSTRUCTION OF STORM WATER OVERFLOW FOR CONSTRUCTED WETLANDS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Matej Herman

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL KRIŠKA, Ph.D.

BRNO 2012

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia

Studijní obor 3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby

Pracoviště Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Diplomant Matej Herman

Název REKONSTRUKCE ODLEHČOVACÍ
KOMORY PRO KOŘENOVOU ČISTÍRNU
ODPADNÍCH VOD

Vedoucí diplomové práce Ing. Michal Kriška, Ph.D.

**Datum zadání
diplomové práce** 30. 11. 2011

**Datum odevzdání
diplomové práce** 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- 1) ŠÁLEK, J., TLAPÁK, V.: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod, Praha 2006, 283 s., ISBN 80-86769-74-7
- 2) ŠÁLEK, J., ŽÁKOVÁ, Z., HRNČÍŘ, P.: Přírodní čištění a využívání vody Brno: ERA, 115 s. ISBN 978-80-7366-125-0
- 3) MLEJNSKÁ, E., ROZKOŠNÝ, M., BAUDIŠOVÁ, D., VÁŇA, M., WANNER, F., KUČERA, J.: Extenzivní způsoby čištění odpadních vod, VUV TGM v.v.i, Praha, 2009, 118s.
- 4) MIČÍN, J.: Stokování a čištění odpadních vod I, Vysoké učení technické v Brně, Praha, 1980, 94s.
- 5) NYPL, V., SYNÁČKOVÁ, M.: Zdravotně inženýrské stavby 30, Stokování, České vysoké učení technické v Brně, 2002, 149s.

Zásady pro vypracování

Práce je rozdělena na několik částí. První část se zaměří na teoretický popis problematiky odlehčení srážkových vod prostřednictvím odlehčovacích komor, přítékajících jednotnou kanalizací na kořenové čistírny odpadních vod. Na úvodní část bude navazovat teoretické stanovení průtočných charakteristik. Náplní praktické části bude sestavení laboratorního modelu a měření na sestaveném modelu odlehčovací komory. Příložen bude také návrh průmyslového vzoru.

Předepsané přílohy

.....

Ing. Michal Kriška, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Práca je zameraná na návrh nového systému regulácie prietokovej plochy v existujúcom žľabe odľahčovacej komory, ktorá je použitá na existujúcej koreňovej čistiarni odpadových vôd umiestnenej v obci Dražovice a nespĺňa prietokové podmienky.

Cieľom práce je návrh a overenie funkcie regulátora, zaisťujúceho zníženie prietokov, resp. redukciu výšky hladiny vody pri zvýšených prietokoch počas zrážok. Samotnému návrhu predchádza matematický a grafický popis prostredníctvom programu EXCEL a AutoCAD, jeho výsledky sú aplikované pri návrhu laboratórneho modelu.

Práca teoreticky spracováva posúdenie doterajšieho stavu a návrh nového riešenia, pričom sa zameriava na redukciu hladiny vody v prietokovom žľabe o meniacom sa priemere od 0,3 m do 0,2m.

V laboratórnych podmienkach bolo zrealizované zostavenie samotného modelu žľabu v stavajúcej odľahčovacej komore, ako aj vyvíjaného regulačného prvku. Po konštrukčnom vyriešení bolo prevedené meranie a následná korekcia odpovedajúca ideálnemu stavu.

Pre uvedenie regulátora do praxe, kde je plánovaná aplikácia na koreňovej čistiarni odpadových vôd v Dražoviciach, bude nutné čo najpresnejšie nastavenie regulátora.

Kľúčové slová

Odpadová voda, koreňová čistiareň odpadových vôd, odľahčovacia komora, obojstranný prepád, zvýšený prietok

Abstract

The thesis of my bachelor work is the design of a new control system of through-flow area in the existing storm water overflow channel, which is used in current constructed wetland, located in Dražovice village and which does not fulfill flow conditions.

The target of the work is to design and verify the function of the controller which ensures decreasing of the flows, or reduction of the water level height in case of overflow during raining.

Prior to the design, there had been made mathematical and graphic descriptions with using of the Excel and AutoCad and the results are applied for the laboratory model.

The thesis consists of the theoretical analysis of the current status and the new solution design. The main point is based on the control of the water level in overflow channel with flexible diameter from 0.3 m till 0.2m.

The construction of the existing storm water overflow channel was done in laboratory conditions, as well as the new designed controlled device. After built-up of the model, there have been made measurings and following corrections to reach the ideal status.

For using of this controller in constructed wetland in Dražovice, there will be also needed very precise set up of this device for its everyday usage.

Keywords

waste water, constructed wetland, storm water overflow, double sided overflow, increas flow

Bibliografická citácia VŠKP

HERMAN, Matej. *Rekonstrukce odlehčovací komory pro kořenovou čistírnu odpadních vod*. Brno, 2012. 95 s., 0 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Michal Kriška, Ph.D..

Prehlásenie:

Prehlasujem, že som bakalársku prácu spracoval samostatne, a že som uviedol všetky použité, informačné zdroje.

V Brne dne 20.5.2012

.....

podpis autora

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce, Ing. Michalu Kriškovi Ph.D., za jeho podnetné pripomienky, návrhy a nápady, ale hlavne za výborný prístup, ktorý prejavil pri konzultáciách, práci v laboratóriu a spracovaní tejto bakalárskej práce. Ďalej chcem poďakovať svojim rodičom za podporu v priebehu celého štúdia.

Obsah

1	Úvod a ciele bakalárskej práce	11
1.1	Úvod	11
1.2	Ciele bakalárskej práce.....	12
2	Čistenie odpadových vôd v ČR	13
2.1	Koreňové čistiarne odpadových vôd	14
2.1.1	Usporiadanie a využitie koreňových čističiek.....	15
2.1.2	Výhody a nevýhody KČOV	16
2.2	Množstvo pritekajúcej odpadovej vody	17
2.3	Odpadná voda.....	19
2.4	Popis technológie KČOV	20
3	Odľahčovacia komora.....	21
3.1	Základné rozdelenie:	21
3.1.1	Odľahčovacie komory s prepacom	21
3.1.2	Odľahčovacie komory so škrtiacou traťou.....	22
3.1.3	Odľahčovacie komory s prepadajúcim lúčom (štrbinové komory)	22
3.1.4	Odľahčovacie komory s horizontálnou deliacou doskou - etážové	23
4	Metodika výskumu	24
4.1	Hydraulické kritéria žľabu s obojstranným bočným prepacom	24
4.2	Bočný prepad.....	25
4.3	Laboratórny model	26
4.3.1	Zostavenie laboratórneho modelu	26
4.4	Meranie prietoku v laboratóriu.....	35
5	Spracovanie a vyhodnotenie výsledkov.....	36
5.1	Teoretické stanovenie mernej krivky a režimu prúdenia	36
5.2	Priame meranie prietokov a sklonov na modely otvoreného žľabu	85

6	Diskusia	88
7	Záver	89
8	Zdroje informácií	91
8.1	Použité zdroje	91
8.2	Internetové zdroje	91
9	Použité skratky	93

1 Úvod a ciele bakalárskej práce

1.1 Úvod

V súčasnej dobe je vo väčšine prípadov znížená účinnosť koreňových čističiek odpadných vôd (KČOV) spôsobená zlým návrhom mechanicko - biologického stupňa predčistenia, nevhodnou veľkosťou a tvarom filtračného pola koreňovej čistiarne a iných. Neodlučiteľnou súčasťou KČOV je kvalitné mechanické čistenie, ktoré tvorí pre najmenších producentov septik, pre väčších producentov potom sústava jemné hrablice - lapák piesku - lapák tukov a olejov - usadzovacia nádrž. U jednotnej stokovej siete je nevyhnutné kvalitné oddelenie zrážkových vôd a zabezpečenie možnosti automatickej regulácie prítoku odpadnej vody na čističku.

K základným požiadavkám na predčistenie odpadových vôd patrí (Šálek - Tlapák, 2006):

- nutnosť zachytenia podstatného množstva suspendovaných látok na site (sitovom koši, veľmi jemných hrabliciach);
- zachytenie tukov a olejov pri vtoku do septiku sústavou normých stien;
- vysoká schopnosť zariadenia pútať väčšinu usadzovaných látok;
- dostatočná stabilizácia kalu;
- účelné zariadenie umožňujúce ľahké odkalovanie.

Podrobné poznatky z výskumu problematiky mechanického predčistenia uvádzajú (Rozkošný - Kriška - Šálek, 2010). V rámci KČOV na území Českej republiky vo väčšine prípadov chýbajú lapáky tukov a olejov. Nezachytené tukové častice sa dostávajú na filtračné pole, kde spôsobujú ťažko odstrániteľné zakolmatovanie. Tieto zariadenia považujú uvedení autori za nevyhnutné.

V priebehu procesu čistenia odpadových vôd je proces vedúci k vyčisteniu odpadovej vody rozdelený podľa nasledujúceho postupu: najprv je potreba oddeliť vysoké dažďové prietoky na jednotnej dažďovej kanalizácii (odľahčovacia komora), nasleduje separácia najhrubších nečistôt a častíc piesku (hrubé hrablice a lapák piesku), na ktorú nadväzuje usadenie väčšiny nerozpustených látok (usadzovacia nádrž). Za mechanickým predčistením nasleduje hlavný čistiaci stupeň, či už sa jedná o biologickú

čističku odpadových vôd (ČOV) alebo filtračné prostredie koreňovej čistiarne odpadových vôd (KČOV).

Odl'ahčovacia komora, riešená v rámci bakalárskej práce, je osadená obojstranným prepacom a umožňuje tak skrátiť dĺžku celej odl'ahčovacej komory. Vďaka meniacemu sa sklonu umožňuje tiež regulovať výsledný prietok. V súčasnej dobe sú však riešené iba ako pevné, prípadne čiastočne pohyblivé (betónová konštrukcia dopĺňaná drevenými a železnými doplnkami).

Odl'ahčovacia komora s obojstranným bočným prepacom bude vylepšená rozrážачom umiestneným na žľabe s nastaviteľným sklonom, ktorým sa bude môcť upraviť sklon tak aby nedochádzalo k nadlimitným prietokom na ďalší technologický stupeň čistenia.

1.2 Ciele bakalárskej práce

Hlavným cieľom tejto bakalárskej práce je návrh riešenia nedostatkov, na mechanickom predčistení, ktoré má väčšina v súčasnej dobe fungujúcich koreňových čističiek odpadových vôd do 1000 EO. Jedným z nich je vyriešenie funkčnosti odl'ahčovacej komory pri zvýšených prietokoch kedy nedochádza ku dostatočnému odl'ahčeniu odpadnej vody ktorá má za následok kolmatáciu filtračného materiálu organickými nerozpustenými látkami. Čo spôsobuje, že odpadná voda prúdi po povrchu filtru pričom nedochádza k čistiacim procesom vo vnútri filtračného materiálu.

Vplyvom tohto projektového nedostatku má väčšina KČOV na území ČR zanesenú nátokovú časť (v extrémnych prípadoch napr. až polovicu filtračného pola po 10 rokoch prevádzky) čo vedie k znižovaniu účinnosti a zvyšovaniu nákladov na údržbu v podobe čistenia, alebo výmeny filtračného materiálu.

2 Čistenie odpadových vôd v ČR

Ponuka čističiek odpadových vôd je v súčasnej dobe pomerne široká pri čom máme na výber z rady typov. Rozdeľujú sa hlavne podľa veľkosti a typu čistiarenskeho procesu. Najčastejší model ČOV v ČR je mechanicko-biologická čistička odpadných vôd. Veľké čističky kombinujú všetky dostupné čistiace procesy čím dosahujú vysokého stupňa odstránenia znečistenia. Patria sem mechanické, biochemické a chemické procesy.

Z hľadiska technológie čistenia sa pri mechanickom čistení jedná o základné fyzikálne procesy (Hlavínek, Mičín, Prax, 2000) založené na javoch ako je sedimentácia (lapáky piesku, lapáky štrku), flotácia (lapáky tukov a olejov) alebo cedenie (hrablice, sitá). Pri návrhu zariadenia pre mechanické vyčistenie odpadnej vody je nutné zohľadniť najmä druh, charakter a stav stokovej siete, stupeň technického zabezpečenia stokovej siete proti prienikom hrubých nečistôt, piesku a štrku, úroveň prevádzky stokovej siete z hľadiska ochrany stokového systému a riešenia nasledujúcich stupňov čistenia odpadných vôd. Ako sú napr. druh a technologické vybavenie biologického stupňa, zostava a technologické zariadenia kalového hospodárstva.

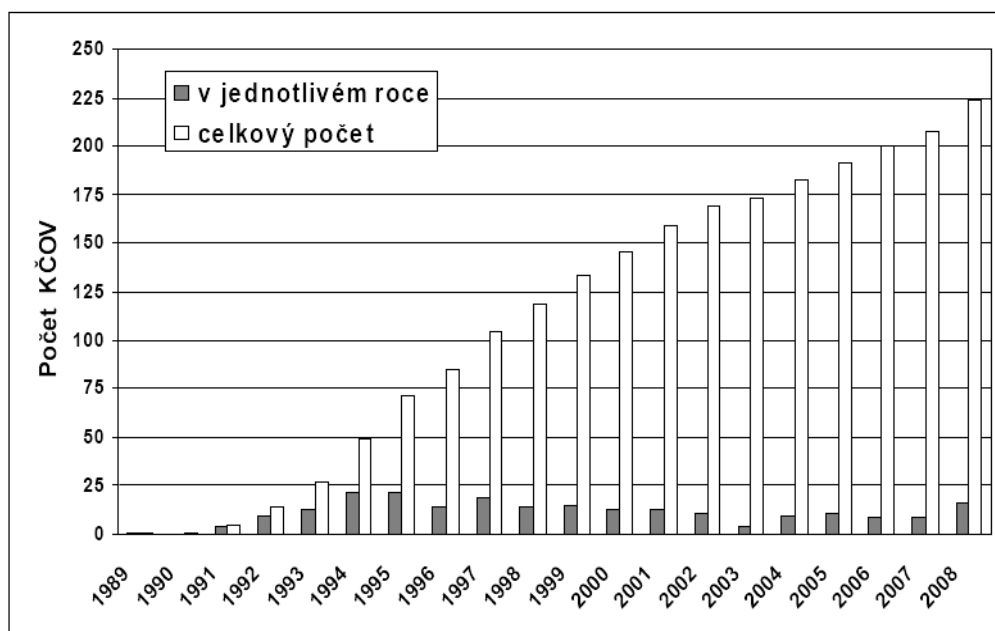
V súčasnosti sa začala zvyšovať obľuba koreňových čističiek odpadných vôd a to hlavne tam kde by na klasickú ČOV nebolo dostatočné množstvo finančných prostriedkov.

Čistička odpadných vôd funguje ako predčistenie kedy k dočisteniu dochádza v recipiente t.j. v prirodzenom vodnom toku. V rámci čističky sú zaradené aj ďalšie objekty na likvidáciu a odstraňovanie vzniknutých kalov a látok ako sú kalové a plynové hospodárstva.

2.1 Koreňové čistiarne odpadových vôd

Vegetačné koreňové čistiarne patria medzi tzv. prírodné spôsoby čistenia odpadových vôd. Tieto spôsoby čistenia majú svoje prednosti, ale aj nedostatky, ktoré vymedzujú oblasť ich využitia. Obecne môžeme povedať, že vegetačné koreňové čistiarne nachádzajú využitie prevažne v obciach s menším počtom obyvateľov, jednotlivých domov alebo skupín domov, v miestach s vhodnými klimatickými podmienkami a dostatkom využiteľných plôch (Malá, pdf).

V ČR sa KČOV projektujú od roku 1989, v súčasnej dobe je ich v prevádzke viac ako 400. Najväčšia KČOV v ČR je v Spáleném Poříčí, ktorá čistí odpadovú vodu od 1200 obyvateľov. Je nutné povedať, že všetky čističky, u ktorých nie je podstatným spôsobom prekračovaná ich kapacita, alebo zanedbaná údržba, fungujú aj po dlhých rokoch s veľmi dobrými čistiacimi parametrami. Najviac sa KČOV stavajú a využívajú pre domové čistiarne, kde je menej ako 10 obyvateľov (Vymazal, 2004, Kršňák - Šperling 2010).



Graf 2.1 Počet KČOV do roku 2002 v ČR (Vymazal, 2004)

Ako je z Graf 2.1 viditeľné výstavba koreňových čističiek odpadných vôd v ČR mala v minulosti stúpajúci charakter. Ani dnes tomu nie je inak, tento trend môžeme pozorovať ako v Českej republike tak aj v zahraničí.

Je to spôsobené dôrazom na myšlienku udržateľného rozvoja a hľadania alternatívnych metód už osvedčených technológií. Preto sa už niekoľko rokov stavajú koreňové čistiarne odpadových vôd, ktoré sú považované za ekologickejšiu, ekonomickejšiu, ale tiež aj esteticejšiu alternatívu čistenia odpadových vôd (Kršňák - Šperling 2010).

2.1.1 Usporiadanie a využitie koreňových čističiek

Rovnako ako u bežných mechanicko-biologických čističiek je prvým stupňom čistenia vždy mechanické predčistenie. Mechanický stupeň čistenia navrhujeme u jednotlivých budov alebo malej skupiny domov ako viackomorový biologický septik, u sídel s väčším počtom obyvateľov sa používa úplné mechanické čistenie pomocou hrablíc, lapáku piesku a tuku a usadzovacia nádrž (Šálek-Tlapák, 2006). Predčistená voda je odvádzaná do koreňového lôžka, kde prebieha dočistenie. Koreňové lôžko je vlastne plytká nepriepustná nádrž vyplnená jemným kamením alebo štrkom, v ktorom sú vysadené mokradná vegetácia. Odpadná voda týmto lôžkom pomaly preteká a vďaka mikrobiálnym činnostiam na koreňoch rastlín, substrátu a kombinácií fyzikálnych, chemických a biologických procesov, dochádza k vyčisteniu odpadnej vody. Koreňová čistička vo svojom princípe využíva prirodzené samočistenie vody, ktoré prebieha za bežného stavu v prirodzených mokradinách v prírode. Celá prevádzka čističky je vo svojej podstate veľmi jednoduchá, rovnako ako v prírode funguje samočistiaca funkcia prirodzene a sebestačne. Prevádzkové náklady zahŕňajú iba čistenie nátokových objektov, kosenie a odstraňovanie rastlín.

Za veľkú výhodu koreňových čističiek môžeme nepochybne považovať možnosť ich využitia pre rôzne druhy odpadných vôd. Koreňové čističky dnes fungujú k čisteniu odpadných vôd z najrôznejších zdrojov ako sú napr. obce, rodinné domy, rekreačné zariadenia, nemocnice a tiež z niektorých priemyselných odvetví.

Viac ako dvadsať ročná prevádzka a výskum koreňových čističiek sa môže zdať v porovnaní s inými krajinami EU krátka ale má za výsledok postupné zdokonaľovanie celej technológie výstavby a prevádzky. Prvá generácia koreňových čističiek bola tvorená prevažne horizontálnymi koreňovými filtrami. Dnes sa už začínajú stavať koreňové čističky druhej generácie, ktoré oproti prvej generácii prinášajú ešte lepší čistiaci účinok a to predovšetkým v oblastiach ukazovateľov znečistenia BSK₅, CHSK_{cr}, NL, NH₄⁺, P, a tiež pri ťažkých kovoch, aniontových tenzidov, a ďalších

látok. Lepšie výsledky týchto čističiek spočívajú v kombinácií horizontálne pretekaných filtrov s vertikálnymi (Kršňák - Šperling 2010).

Koreňové čističky predstavujú v súčasnosti možnosť plnohodnotnej náhrady k bežným technológiám. Nachádzajú uplatnenie u ľudí, ktorý uprednostňujú výhody prírodných postupov pred technologickými a majú záujem o úsporu energie, financií, a v neposlednom rade o estetické využitie.

2.1.2 Výhody a nevýhody KČOV

Medzi prednosti vegetačných koreňových čističiek patria (Šálek, 1999, Vymazal, 2004):

- priaznivé začlenenie do životného prostredia,
- dobre zapadnú do krajiny a sú jej súčasťou, prípadne môžu plniť aj okrasnú funkciu,
- pomerne jednoduchšie stavebné a technologické prevedenie,
- zrovnateľné až nižšie stavebné náklady v porovnaní s klasickou ČOV,
- minimálna potreba energií, obsluhy a tým aj malých prevádzkových nákladov,
- možné nárazové preťaženie a dobré čistiace účinky od začiatku prevádzky,
- zachytávanie časti dusíka a fosforu, ale aj ťažkých kovov,
- možné krátkodobé, ale aj dlhodobé prerušenie prevádzky bez negatívneho vplyvu,
- možnosť čistenia odpadových vôd s nízkym obsahom balastných vôd a s nízkym obsahom organickej hmoty,
- široké spektrum usporiadaní, kombinácií a možností využitia,
- schopnosť čistiť skoro všetky druhy odpadových (splaškové, poľnohospodárske, priemyslové, splachové, priesaky zo skládok pevného odpadu, stabilizácia a mineralizácia čistiarenských kalov),
- odolnosť voči povodniam,
- celoročná prevádzka,
- majú menšiu náchylnosť k havárií systému.

Nedostatky vegetačných koreňových čističiek sa prejavujú predovšetkým v:

- pomerne veľkých nárokoch na plochu čističky,
- spôsob čistenia je možné využiť iba pre menších producentov odpadových vôd,

- závislosti čistiaceho účinku na klimatických podmienkach, predovšetkým na teplote a slnečnej radiácii,
- možnosti zakolmatovania filtračného prostredia pri nedostatočnom mechanickom čistení,
- nekvalitnom prevedení a prevádzke s možnosťou kontaminácie podzemných vôd,
- znížení čistiaceho účinku v dôsledku zmenšenia filtračnej plochy zamrznutím povrchu,
- dlhšej dobe zdržania, potrebnej k odbúraniu amoniakálneho znečistenia.

Pre obsluhu koreňových čističiek je nutná dobrá znalosť nie len problematiky vodohospodárskej, ale aj biologickej, keďže KČOV je veľmi citlivá na nekvalifikované zásahy.

2.2 Množstvo pritekajúcej odpadovej vody

K dôležitým východiskovým podkladom, nevyhnutným pre návrh prírodného spôsobu čistenia, patrí znalosť množstva a zloženie znečistených povrchových a odpadných vôd, čističkových kalov a tekutých odpadov. Množstvo a zloženie znečistených povrchových vôd môžeme zistiť iba priamym prieskumom v konkrétnej lokalite (Šálek - Tlapák, 2006).

Presné množstvo odpadných vôd môžeme stanoviť len priamym meraním, pre približné hodnoty môžeme použiť výpočet podľa potreby na obyvateľa na deň. Vypočítané množstvo znížime o 10 - 20%, čo odpovedá množstvu určenému na umývanie cestných komunikácií, zavlažovanie zelene apod. Priemerný a maximálny denný bezdažďový prítok Q_{24} , Q_d sa podľa ČSN 75 6401 vypočíta zo vzťahu:

$$Q_{24} = Q_{24M} + Q_{24P} + Q_B \quad (2.1)$$

$$Q_d = Q_{24M} \cdot k_d + Q_{24P} \cdot k_{dp} + Q_B \quad (2.2)$$

Kde Q_{24M} priemerný denný bezdažďový prítok OV z mesta,

Q_{24P} priemerný denný bezdažďový prítok OV zo spracovateľských odvetví,

Q_B priemerný denný prítok balastných vôd,

- k_d súčiniteľ dennej nerovnomernosti je pri obciach do 1000 obyvateľov 1,5; od 1000 do 5000 obyvateľov 1,4; od 5000 do 25000 obyvateľov 1,35,
- k_{dp} súčiniteľ dennej nerovnomernosti v priemysle.

Denný výpočtový (návrhový) prítok $Q_v = Q_d$. Maximálny hodinový bezdažďový prítok Q_h sa vypočíta zo vzťahu, ktorý dá vyššiu hodnotu:

$$Q_h = (Q_{24M} \cdot k_d \cdot k_h + Q_{24P} \cdot k_{dp}) / 24 + Q_B \quad (2.3)$$

$$Q_h = (Q_{24M} \cdot k_d + Q_{24P} \cdot k_{dp} \cdot k_{dh}) / 24 + Q_B \quad (2.4)$$

kde k_h je súčiniteľ maximálnej hodinovej nerovnomernosti podľa ČSN 756401 (Tab. 2-1)

k_{dh} súčiniteľ dennej nerovnomernosti pre priemyslové OV.

Tab. 2-1 Súčiniteľ maximálnej a minimálnej hodinovej nerovnomernosti k_h a k_{min} (Šálek – Tlapák, 2006)

Počet pripojených obyvateľ	30	40	50	75	100	300	400	500
Súčiniteľ max. hod. nerovnomernosti	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6
Súčiniteľ min. hod. nerovnomernosti	0	0	0	0	0	0	0	0
Počet pripojených obyvateľ (103)	1	2	5	10	20	30	50	100
Súčiniteľ max. hod. nerovnomernosti	2,2	2,1	2	2	1,9	1,8	1,7	1,5
Súčiniteľ min. hod. nerovnomernosti	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5

Minimálny hodinový prítok splaškových vôd podľa ČSN 75 6401 sa vypočíta zo vzťahu:

$$Q_{h\min} = (Q_{24M} \cdot k_d \cdot k_{h\min} + Q_{24P} \cdot k_{dp} + Q_{B\min}) / 24 \quad (2.5)$$

Zloženie odpadových vôd (OV) vyžaduje prieskum a odber vzoriek na mieste. Ako najvhodnejšie sa ukazuje stanovenie zloženia OV z 24 hodinových zlievaných odberov (Šálek - Tlapák, 2006), stanovených v základných ročných obdobiach a dažďovom, normálnom a bezdažďovom období. Veľmi potrebné je aj stanovenie zloženia počiatočného dažďového odtoku a zloženie počiatočného odtoku zo stokovej siete z privalových zrážok (aj z dôvodu návrhu odľahčovacej komory a dažďovej nádrže). Súčasné skúsenosti ukazujú, že najdôležitejším prvkom, ktorý spôsobuje kolmatáciu

filtračného prostredia, sú silno znečistené odtoky zo začiatkov prívalových dažďov a zlé vyhotovenie mechanického predčistenia (odlahčovacia komora - lapák piesku - usadzovacia nádrž).

Orientačné údaje o zložení OV podľa ČSN 75 6402 sú uvedené v Tab. 2-2, orientačné hodnoty špecifického znečistenia na jedného obyvateľa sú uvedené v Tab. 2-3.

Tab. 2-2 Orientační údaje znečištění odpadních vod podle ČSN 75 6402

Druh znečištění	Látky [g.d-1.obyv-1]			
	Minerální	Organické	Veškeré	BSK ₅
Nerozpuštěné látky usaditelné	10	30	40	20
Nerozpuštěné látky neusaditelné	5	10	15	10
Rozpuštěné látky	75	50	125	30
Celkem	90	90	180	60

Tab. 2-3 Orientační hodnoty specifické produkce znečištění [g.d⁻¹] na jednoho obyvatele (ČSN 75 6402)

Látky	Minerální	Organické	Veškeré	BSK ₅	CHSK	N _{celk}	P _{celk}
Nerozpuštěné usaditelné	10	30	40	20	40	1	0,2
Nerozpuštěné neusaditelné	5	10	15	10	20	-	-
Rozpuštěné	75	50	125	30	60	10	2,3
Celkem	90	90	180	60	120	11	2,5

2.3 Odpadná voda

Odpadná voda je všetka voda, ktorá bola použitá v domácnostiach, poľnohospodárstve a priemysle a pri tom zmenila svoje vlastnosti – fyzikálne napr. teplotu, chemické napr. pH. Hlavne pokiaľ by mohla ovplyvniť akosť povrchových alebo podzemných vôd (Hlavínek – Prax – Hlušík - Mífek, 2006).

Delenie odpadových vôd:

- splaškové – vody pochádzajúce z domácností (závodných kuchýň, jedální atd.) a sú odvádzané kanalizáciou,
- priemyslové – pochádzajú z technologických procesov v priemyselných podnikoch a prevádzkach,
- infekčné – obsahujú veľké množstvo choroboplodných zárodkov nebezpečnej povahy,
- z poľnohospodárstva a poľnohospodárskej výroby,
- zrážkové – dažďové povrchové vody,
- ostatné odpadové vody.

2.4 Popis technológie KČOV

Technologická linka KČOV v Dražoviciach zahŕňa:

1. stupeň mechanického predčistenia – dažďový oddelovač, dažďovú zdrž, typizovaný štrbinový lapač piesku horizontálny a typizovaná štrbinová usadzovacia nádrž,
2. stupeň biologického čistenia - tri koreňové polia horizontálne pretekané s porastom rákosia obecného,
3. dočist'ovací stupeň – plytká nízkozát'azová stabilizačná nádrž s prevládajúcimi aerobnými podmienkami.

3 Odľahčovacia komora

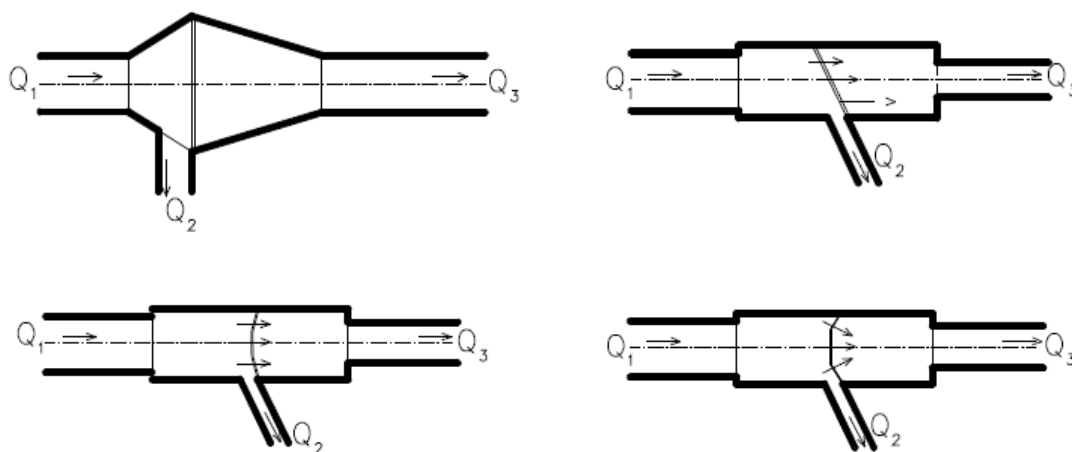
Odľahčovacie komory patria k najdôležitejším a zároveň k najzložitejším objektom na stokovej sieti z hľadiska hydraulického, hygienického aj konštrukčného, pričom tieto jednotlivé hľadiská sa vzájomne ovplyvňujú a úzko spolu súvisia. Zdravotne inžinierska problematika odľahčovacích komôr súvisí s celkovým koncepčným riešením stokových sietí, s následným návrhom technológie čistenia odpadových vôd aj s otázkami čistoty recipientu (Mičín , 1980).

3.1 Základné rozdelenie:

- odľahčovacie komory s prepacom,
- odľahčovacie komory so škrtiacou traťou,
- odľahčovacie komory s prepadajúcim lúčom,
- odľahčovacie komory s horizontálnou deliacou doskou - etážové komory.

3.1.1 Odľahčovacie komory s prepacom

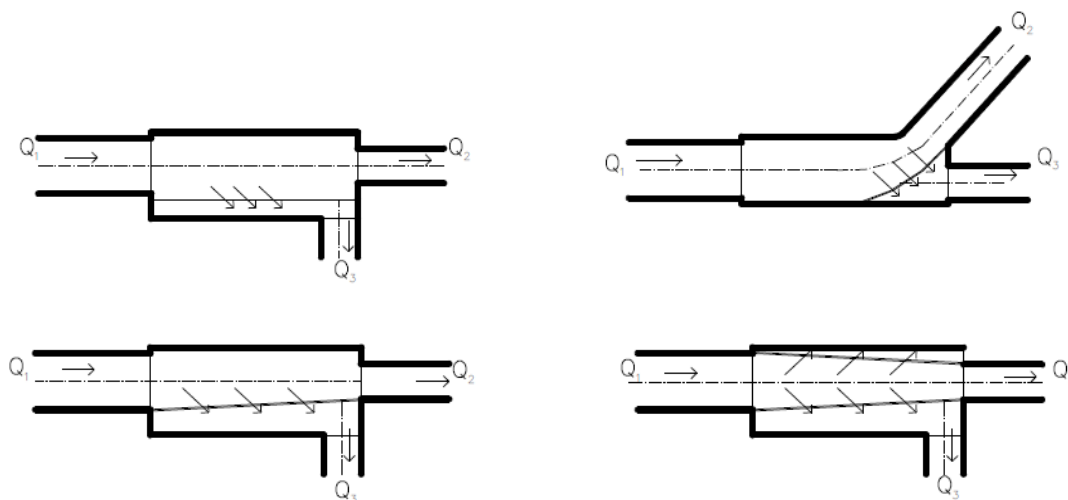
- priamym (čelným) - k odľahčovaniu dochádza priamom smere, tj. v smere osy prírodnej stoky. Rozdiel medzi jednotlivými typmi je v orientácii prelivu na smer prítoku. Poznáme prepady kolmý, šikmý, oblúkový, lomený.



Obr. 3.1 Typy odľahčovacích komôr s priamym prelivom

- bočným - smer odľahčovania je odklonený od smeru prírodnej stoky. Kvôli zvýšeniu účinnosti sa konštruujú prepady v oblúku, kde sa využíva odstredivej

sily prúdiacej vody a tiež obojstranné prepady ktoré umožňujú znížiť konštrukčnú dĺžku odľahčovacej komory oproti jednostrannému prepadu.



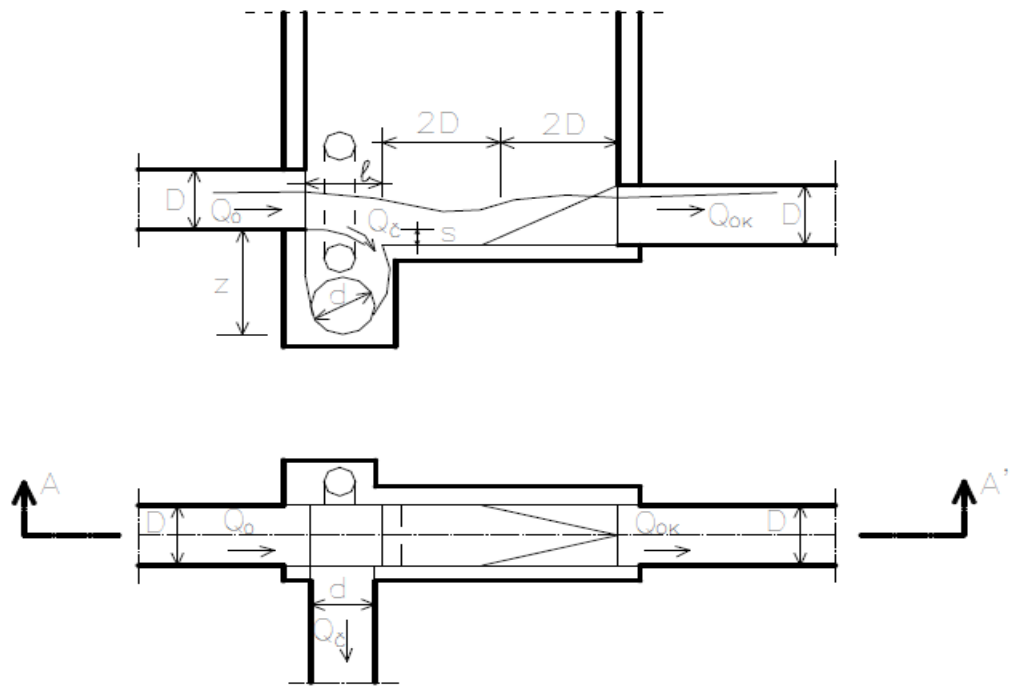
Obr. 3.2. Typy odľahčovacích komôr s bočným prelivom

3.1.2 Odľahčovacie komory so škrtiacou traťou

- pôsobením úseku s menším priemerom (škrtiacou traťou) vloženého medzi odľahčovaciu komoru a stoku vedenú k ČOV sa hladina v komore vzdúva a vtok do odtokového potrubia sa zahlcuje. Úsek škrtiacej trate teda pracuje pod tlakom, pričom jeho prietoková kapacita sa v závislosti na pohybe hladiny v odľahčovacej komore mení len veľmi málo (Mičín , 1980).

3.1.3 Odľahčovacie komory s prepádajúcim lúčom (štrbinové komory)

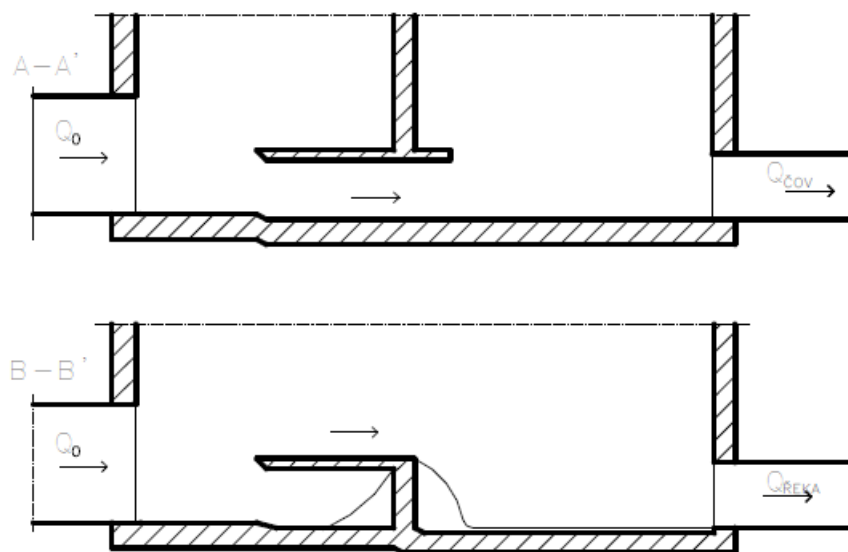
- pracujú na princípe rozdeľovania prepádajúceho lúčom kedy normálne prietoky s nízkou hladinou prepádajú cez úzku štrbinu do priečne uloženého žľabu z ktorého odtekajú na ČOV. Pri zvýšených prietokoch ako sú napr. dažďové sa prepádajúci lúč rozdelí pričom množstvo vody na určenú hodnotu odteká do recipientu.



Obr. 3.4. Typy odľahčovacích komôr s prepádajúcim lúčom

3.1.4 Odľahčovacie komory s horizontálnou deliacou doskou - etážové

- podobný princíp ako pri prepádajúcom lúči kedy dochádza k horizontálnemu deleniu prietoku ale v tomto prípade je delenie zabezpečené deliacou doskou (britom), ktorý je umiestnený v určenej výške ktorá sa stanoví určeným pomerom delenia. Pri bežných prietokoch je deliaca doska podtekaná avšak pri zvýšených prietokoch nastáva delenie. Väčšie množstvo ako je určené sa oddelí na brite a je odvádzané do recipientu.



Obr. 3.5. Typy odľahčovacích komôr s horizontálnou deliacou doskou

4 Metodika výskumu

Výskum účinnosti odľahčovacej komory vychádza z predpokladu, že komora je značne poddimenzovaná a tým nevyhovuje potrebám na dostatočné oddelenie zvýšených dažďových prietokov. Jediné možné riešenie tohto stavu je sanácia samotnej konštrukcie odľahčovacej komory. Metodika výskumu sa zaoberá najmä porovnaním jednotlivých riešení, či už stávajúcich alebo navrhovaných. Jednotlivé riešenia sú popísané nižšie.

Jedným z riešení môže byť zníženie prepadovej hrany stávajúcej konštrukcie. Stavajúca konštrukcia je riešená ako odľahčovacia komora s bočným jednostranným prepacom so šikmou hranou kde je prepádová hrana tvorená hranou samotného žľabu bez navýšenia. Dodatočným riešením ktoré sa ukázalo byť neúčinné, alebo až priamo zhoršujúce stav bola inštalácia vyššej prepadovej hrany v podobe drevenej fošne. Toto riešenie viedlo k zhoršeniu stavu a zahlcovaniu škrtiacej trate.

Ďalším riešením je zníženie sklonu v žľabe a zväčšenie odpadového potrubia. Znížením sklonu potrubia pred škrtiacou traťou znížime rýchlosť prúdenia a tým zvýšime výšku vzdutia. Toto riešenie je tiež nevhodné pretože vzdutie hladiny nebolo dostatočné na dosiahnutie prepadovej hrany.

Kombináciou viacerých riešení sme sa dopracovali k navrhovanému stavu t.j. zníženie prepadovej hrany, zníženie sklonu žľabu, vytvorenie obojstranného prepadu a zväčšenie odpadového potrubia.

4.1 Hydraulické kritéria žľabu s obojstranným bočným prepacom

Hydraulické riešenie odľahčovacej komory s bočným prepacom môžeme rozdeliť do týchto základných častí:

- výpočet dĺžky prepadovej hrany,
- výpočet prekročenia prietoku Q_{hr} na ČOV,
- určenie dĺžky škrtiacej trate.

Pri návrhu je možné vychádzať z výsledkov Hummela, ktorý spracoval nomogramy, na odľahčovacie komory so škrtiacou traťou s bočným prelivom, vďaka ktorým

môžeme stanoviť dĺžku prelivnej hrany v závislosti na odľahčovacom množstve. Tiež spracoval pomocné grafy pre výpočet škrtiacej trate a pre stanovenie prekročení hraničného prietoku Q_{hr} na ČOV.

4.2 Bočný prepád

O výpočet bočného prepádu sa pokúšala rada autorov, ale ich výsledky sa rozchádzajú so skutočnosťou a značne sa od seba líšia pretože stanovenie dĺžky prelivnej hrany odľahčovacej komory s bočným prepádom je veľmi ťažké a nesie v sebe veľa problémov. Počas dlhého obdobia návrhov dimenzovania sa vytvoril značný počet vzorcov, sú to napr. rovnice a vzorce podľa Lutz, Schafernaka, Judta, ale aj metódy podľa de Marchiho, Kunštátskeho a mnohých ďalších.

Veľmi známy a používaný v stokovaní je vzťah Lutzov, podľa Lutz je teoretický tvar prepádovej krivky :

$$x = \frac{3dv}{\mu\sqrt{2g}} \left(\frac{1}{\sqrt{y+k}} - \frac{1}{\sqrt{h+k}} \right) \quad (4.1)$$

kde $k = \frac{v^2 \sin^2 \lambda}{2g}$

x vzdialenosť od začiatku prepádu [m]

y výška prepádajúcej vody vo vzdialenosti x [m]

h výška hladiny pritekajúcej vody nad prelivom [m]

d priemerná šírka pritekajúcej vody nad prelivom, je daná pomerom

$$d = \frac{Q}{hv} \text{ [m]}$$

v prítoková rýchlosť vody [m.s-1]

Q prepádajúce množstvo vody [m³.s-1]

α uhol medzi smerom pritekajúcej vody a prelivom

μ súčiniteľ (0,61)

Pri tangenciálnom pripojení prelivu v bočnej stene je $\alpha = 0$ a pre $y = 0$ by bolo x nekonečné, v praxi nie je treba dosiahnuť zníženie prepádovej krivky až na nulu a ponecháva sa na konci prepádu určitá hodnota $y = h/n$ (napr. $n = 20$, t.j. že prepádovú výšku znižujeme na konci prepádu na 1/20 pôvodnej prepádovej výšky). (Mičín, 1980)

Dĺžka prelivnej hrany odľahčovacej komory je

$$b = \frac{Q}{0,91h^{\frac{3}{2}}}(\sqrt{n} - 1) \quad (4.2)$$

Obojstranný bočný preliv nám neumožňuje kapacitne nahradiť jednostranný preliv s dvojnásobnou prelivnou hranou, pretože na základe modelových výskumov bolo prikázané, že dĺžku prelivnej hrany obojstranného bočného prelivu môžeme skrátiť max. o 30%.

4.3 Laboratórny model

Laboratórny model žľabu odľahčovacej komory, ktorý je zostrojený v laboratóriu ÚVHK, je rozdelený na tri samostatné časti, resp. hydraulické bloky:

- Nátok
- Žľab s premenným sklonom
- Odtok

Nátok je opatrený prížovým tesnením ktoré umožňuje plynulé napojenie so žľabom. Žľab je zavesený na provizórnych držiakoch, ktoré zabezpečujú, ľahkú manipuláciu a zmenu sklonu. Odtok je riešený s vodným skokom aby nedochádzalo k ovplyvneniu hladiny vody v žľabe.

Akumulačná nádrž, slúži iba pre prečerpávanie vody, je uvažovaná ako samostatná časť.

4.3.1 Zostavenie laboratórneho modelu

Na zostavenie žľabu odľahčovacej komory sme použili polystyrén, laminát, 2 x oceľové T profily 150 cm, potrubie z PVC o priemere 30 a 20 cm. Celý žľab sme umiestnili do existujúceho modelu s cirkuláciou vody vytvoreného z polypropylénových dosiek o hrúbke 1cm.

V prvej fáze prípravy laboratórneho modelu bolo nutne vytvoriť formu žľabu z vopred pripraveného polystyrénu. Ten sme narezali na kusy dlhé 30 cm, ktoré sme následne vyrezali a vybrúsili do požadovaného tvaru.

Jednotlivé kusy sme zlepili lepidlom a natreli univerzálny brúsny tmelom. Po zaschnutí sme šablónu prebrúsili a zarovnali všetky hrany ktoré by mohli narúšať povrch počas laminátovania.

Šablónu žľabu sme obalili laminátom a na spodnú časť sme umiestnili dva oceľové T profily na spevnenie dna a zabezpečenie roviny celého žľabu.

Na nátok sme umiestnili potrubie z PVC o priemere 30 cm a prížové tesnenie. Výtok sme osadili potrubím o priemere 20 cm rovnakého materiálu.

Žľab sme umiestnili do existujúceho modelu z cirkuláciou vody pomocou samospádu a štyroch čerpadiel. Po prvých meraniach bola potrebná korekcia prepadovej výšky prelivnej hrany.



Obr. 4.1 Diel formy natretý tmelom



Obr. 4.2 Pripravená forma na laminátovanie



Obr. 4.3 Nanášanie laminátu na formu



Obr. 4.4 Zalaminátovaná forma



Obr. 4.5 Oceľové T profily



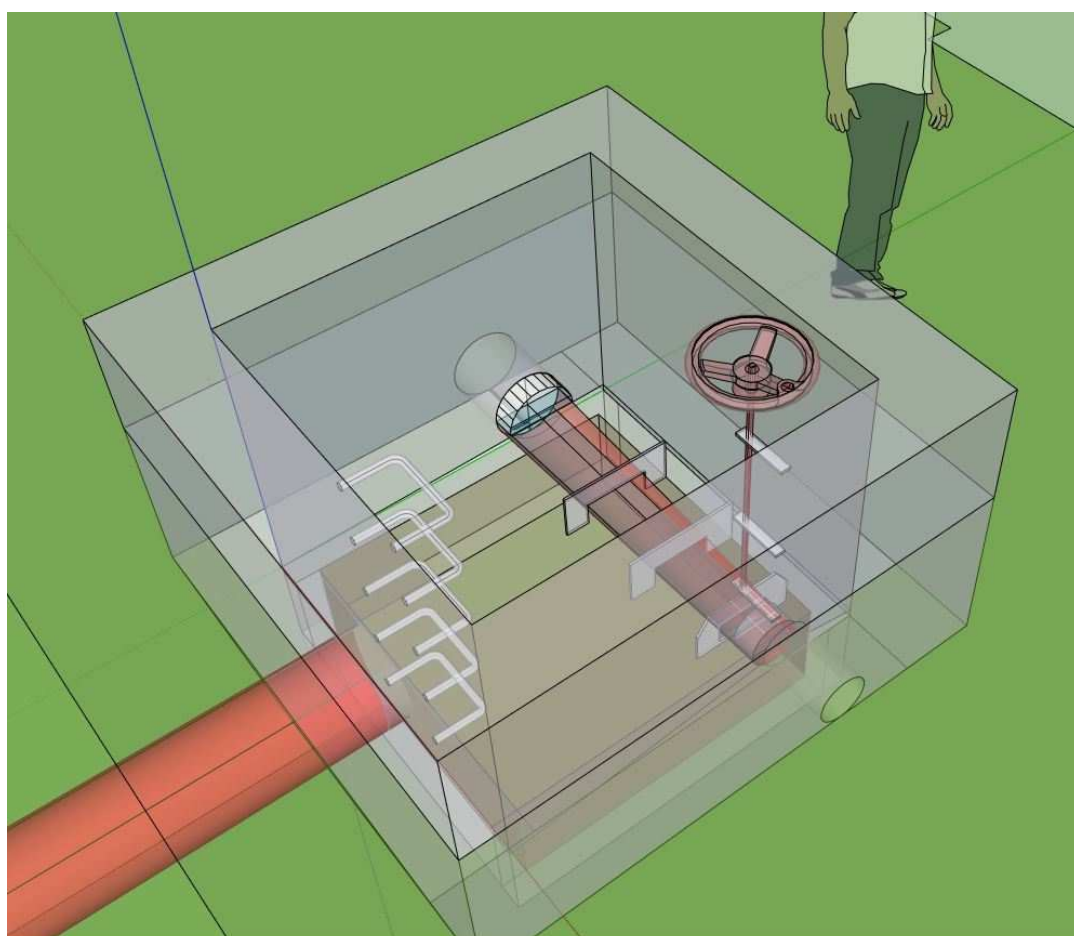
Obr. 4.6 Vyznačenie výšky prelivnej hrany



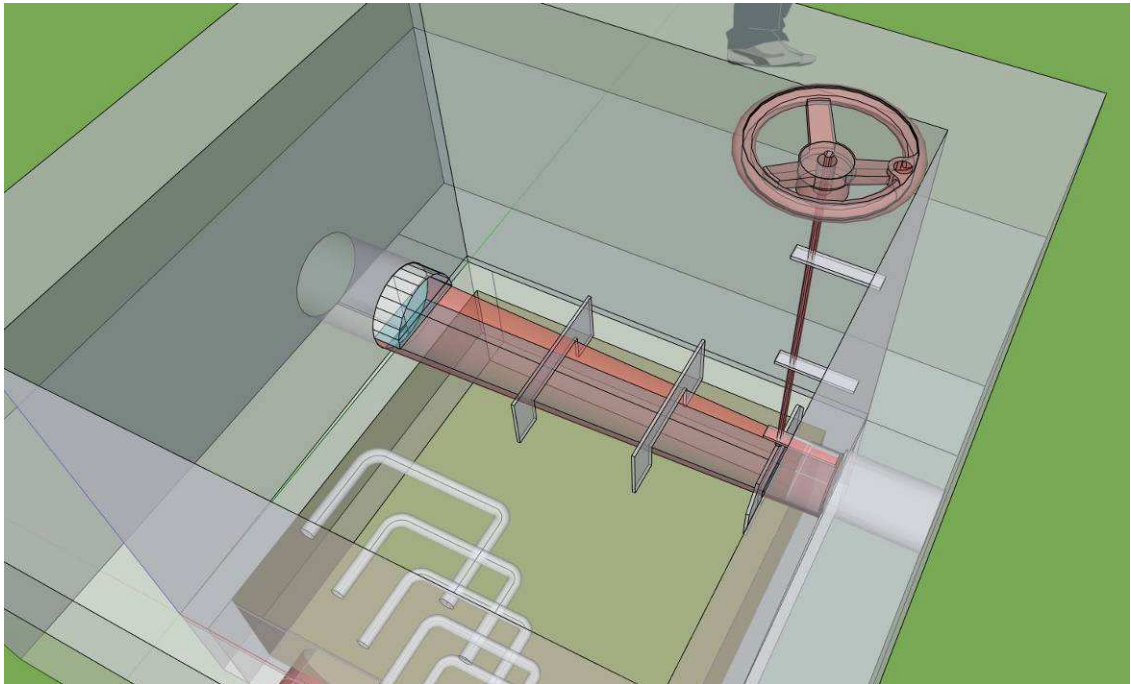
Obr. 4.7 Žľab pred zrezaním



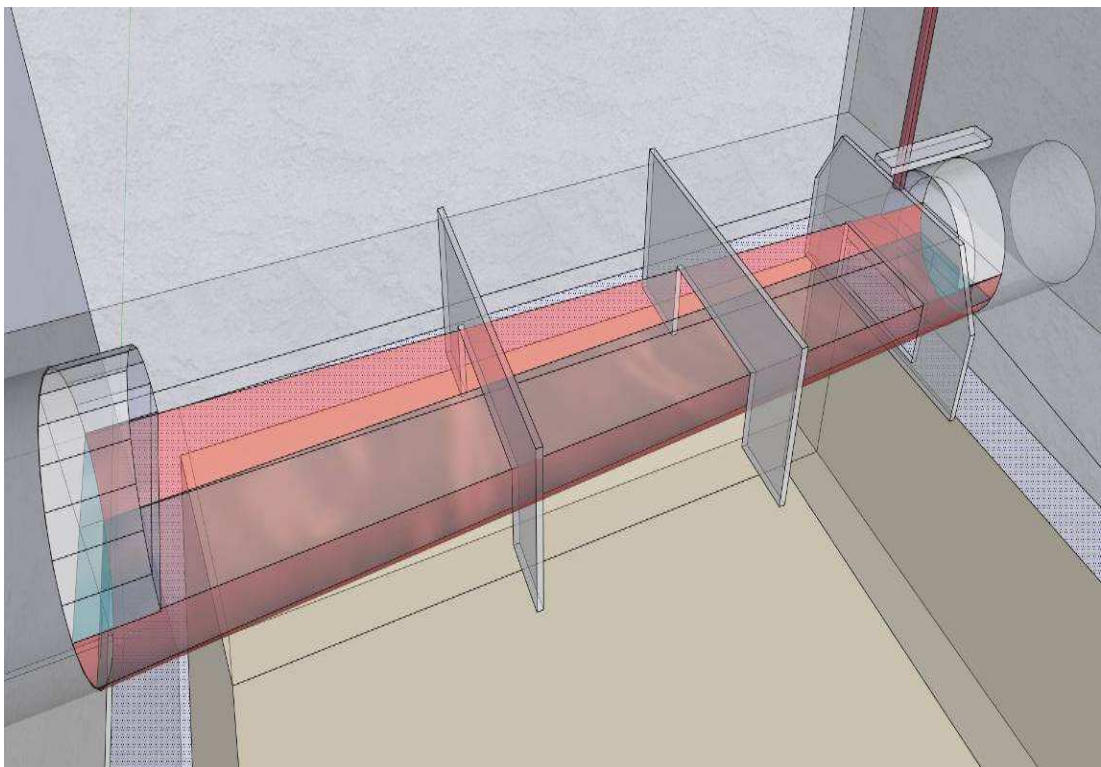
Obr. 4.8 Použitie modelu lapáku piesku pre umiestnenie otvoreného laminátového žľabu



Obr. 4.9 Pohľad na model odľahčovacej komory

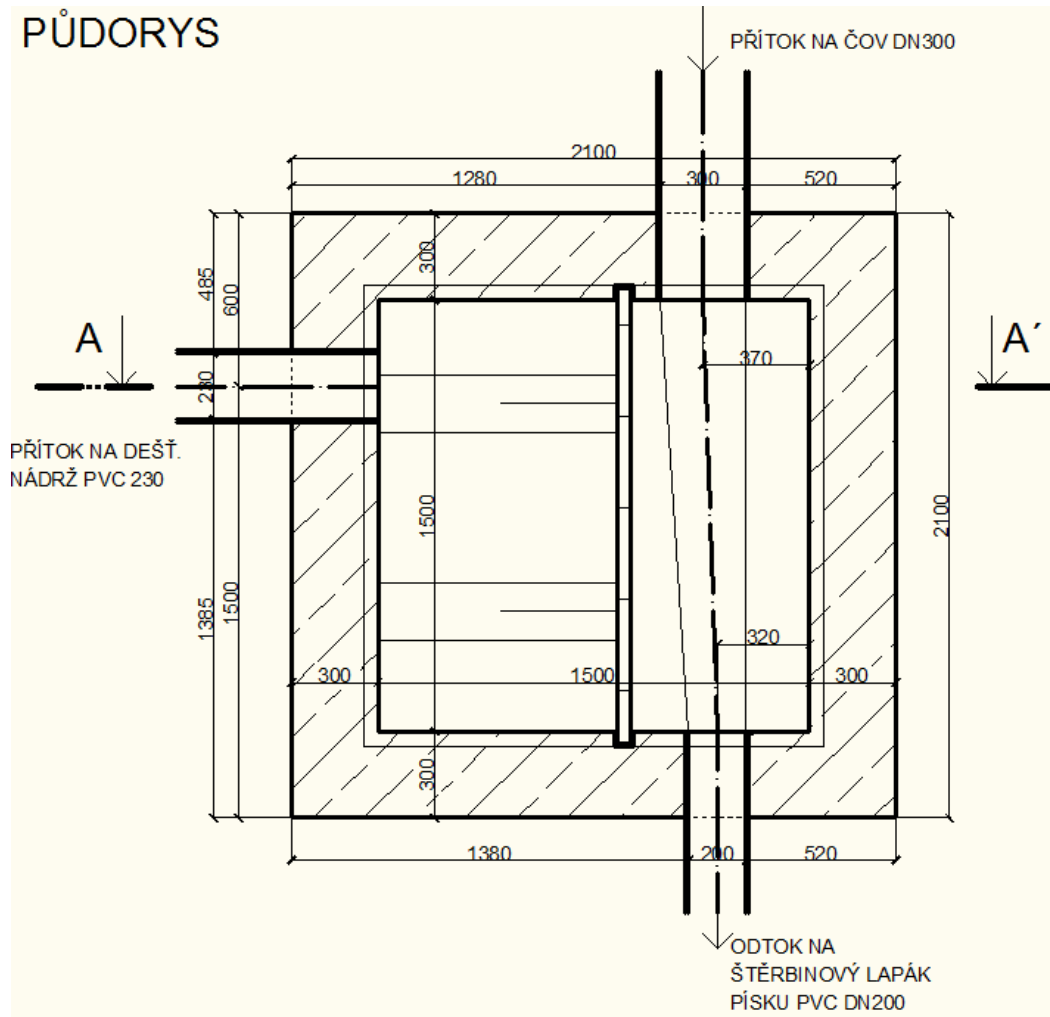


Obr. 4.10 Žřab s mechanickým nastavením sklonu

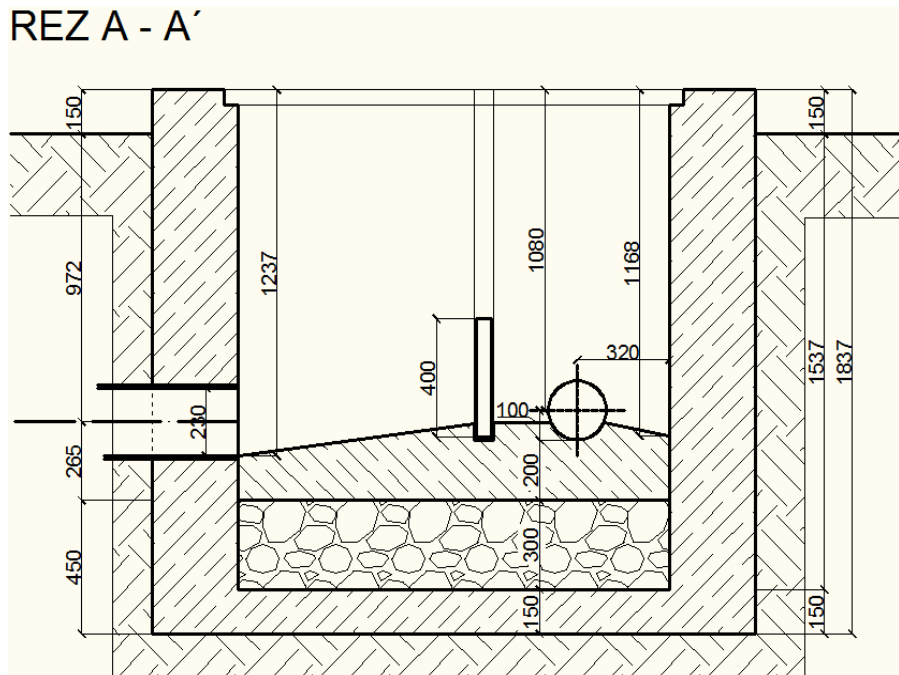


Obr. 4.11 Žřab s prepážkami

PŮDORYS

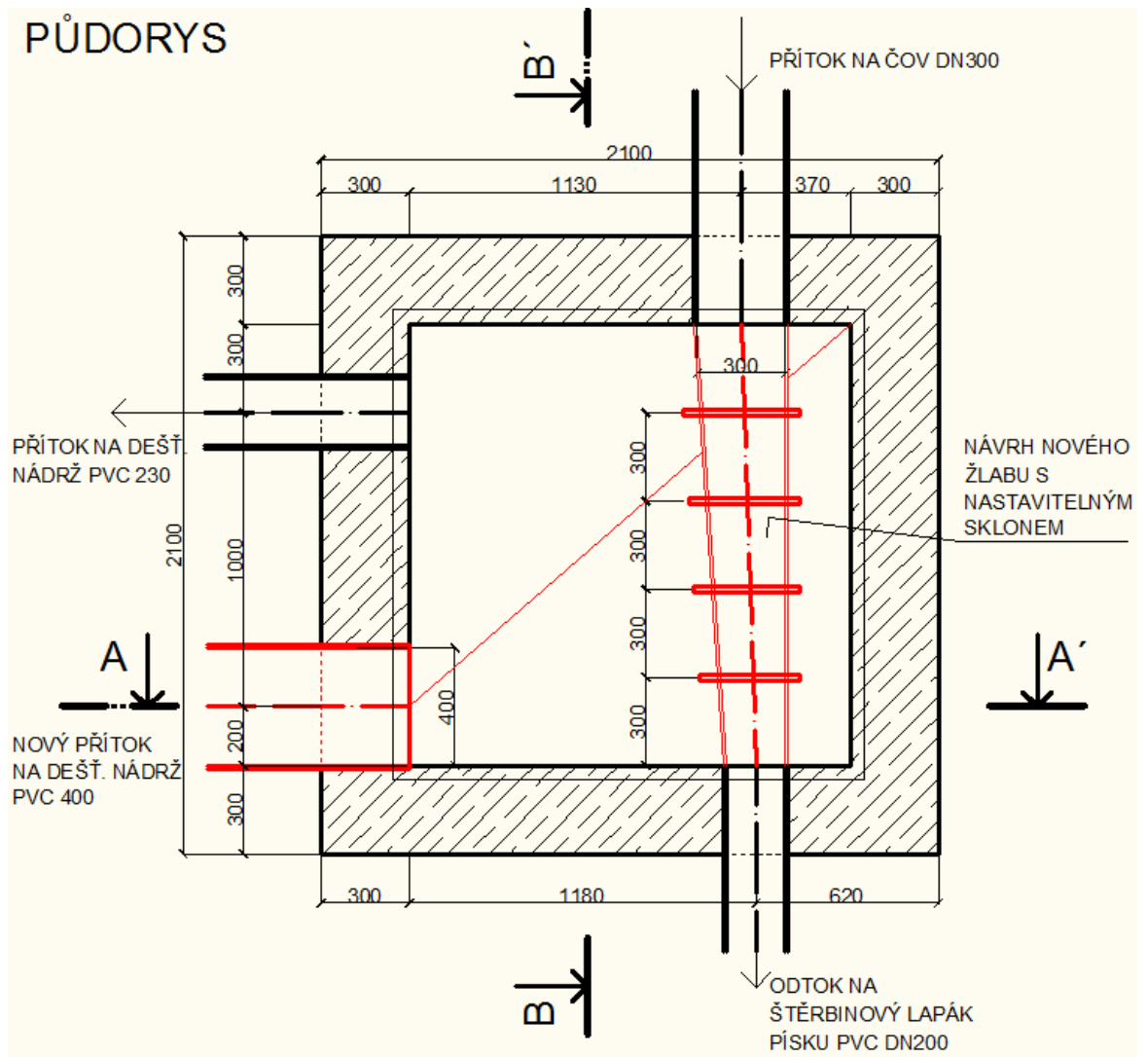


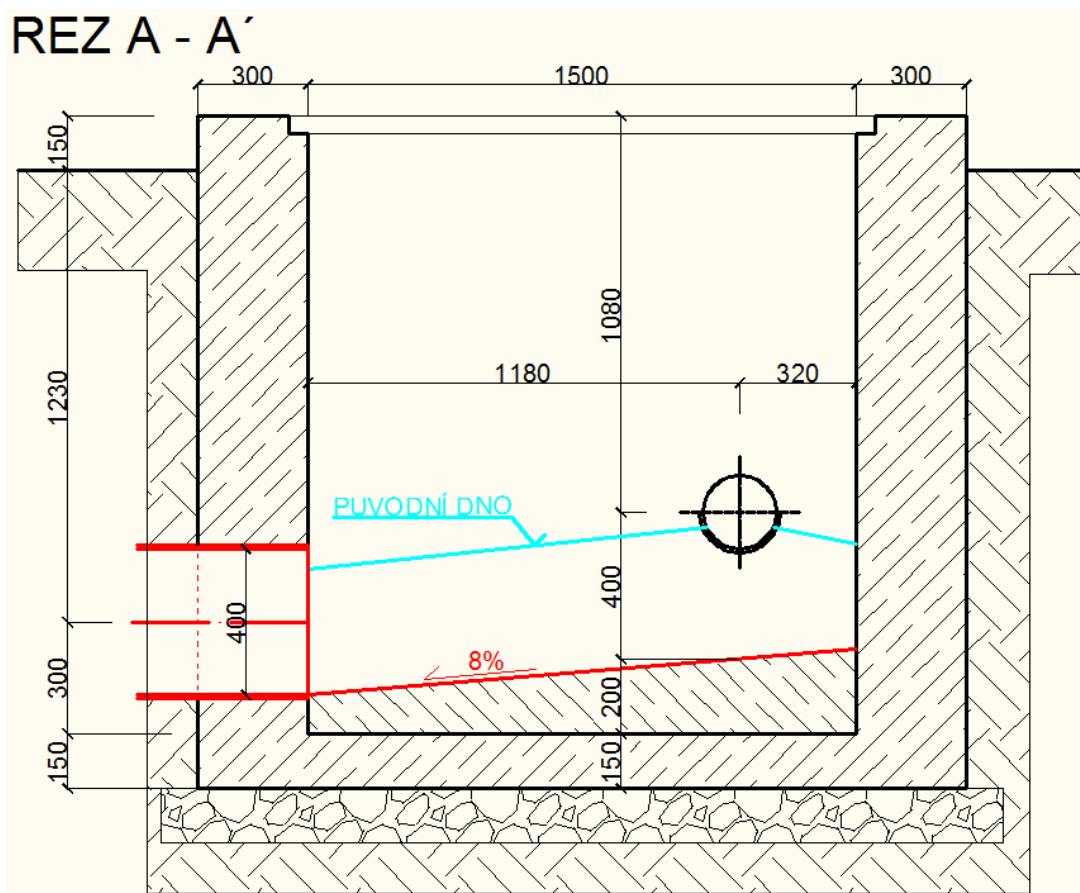
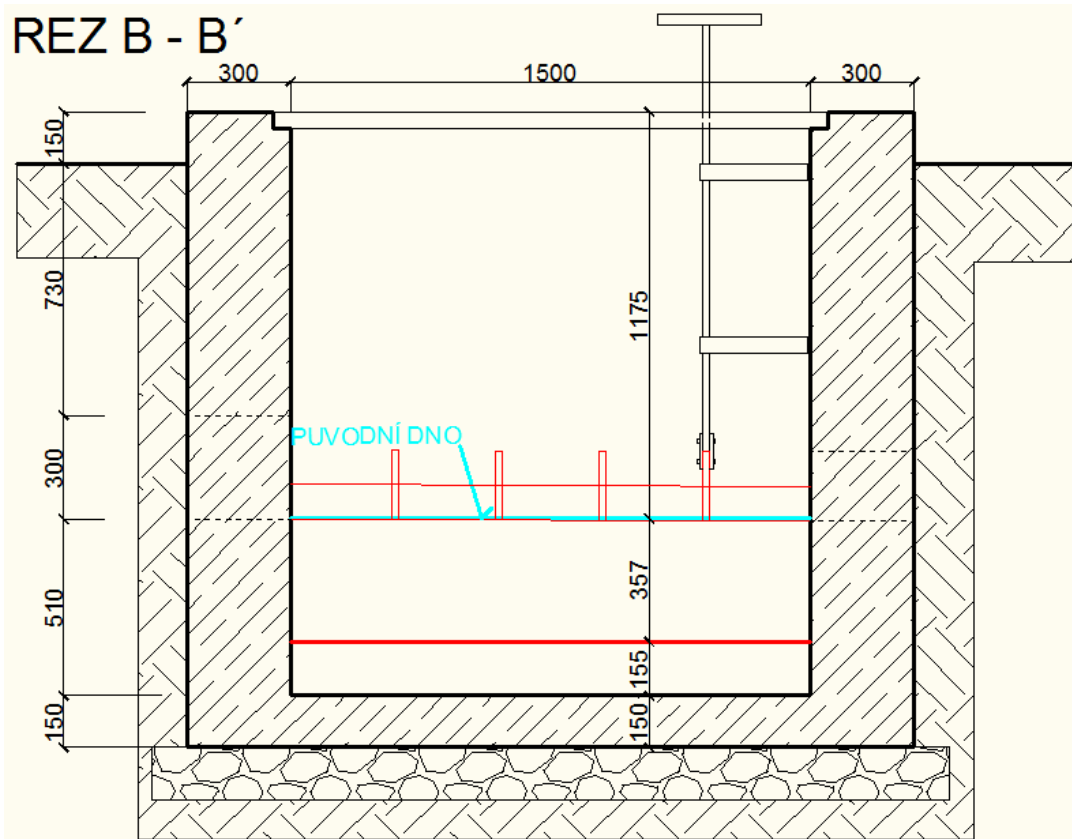
REZ A - A'



Obr. 4.12 Výkres pôvodného stavu

PŮDORYS





Obr. 4.13 Výkres navrhovaného stavu

4.4 Meranie prietoku v laboratóriu

Pri meraní prietokov v žľabe som využil úsek za výtokom aby som pomerne presné množstvo vody odtekajúcej do škrtiacej trate. Najprv som meral prietoky od jednotlivých čerpadiel a potom kombinácie s postupným navyšovaním prietoku.

Meranie prietokov na modely bolo časovo náročné a pravdepodobne nie príliš presné.



Obr. 4.14 Meranie výšky hladiny v priebehu prietoku vody



Obr. 4.15 Nastavenie sklonu otvoreného žlabu

5 Spracovanie a vyhodnotenie výsledkov

5.1 Teoretické stanovenie mernej krivky a režimu prúdenia

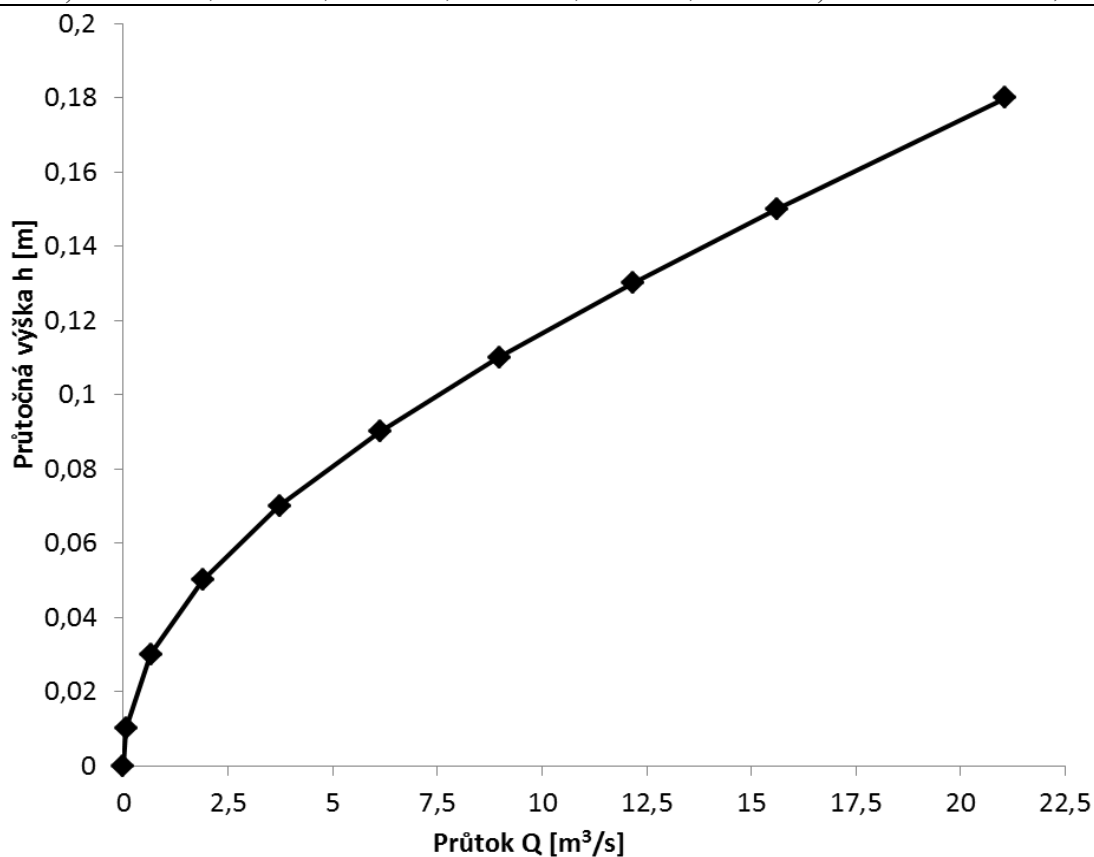
Pri teoretickom spracovaní výsledkov sme vychádzali z viacerých predpokladov. A to napr. z variabilitou sklonu žľabu, konštantnou rýchlosťou v privádzacom potrubí, s obojstranným prepacom, rovnomerným znižovaním svetlého priemeru žľabu pred škrtiacou traťou. Preto sme počítali s viacerými sklonmi a prierezmi. Pozorovaný je prietok na konci žľabu a výška vzdutia vodnej hladiny. Jednotlivé výpočty sú uvedené v tabuľkách Tab 5.1 až 5.41 a graficky znázornené v grafoch Graf 5.1 až 5.48.

Sklon žľabu 0,5 ‰

Vnitřní průměr
potrubí 300 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 0,50 ‰
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.1 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,08	0,09	0,06	0,11	0,12
0,03	0,004	0,19	0,02	57,42	0,18	0,65	0,18	0,16
0,05	0,008	0,25	0,03	62,27	0,25	1,90	0,22	0,19
0,07	0,013	0,30	0,04	65,38	0,30	3,73	0,25	0,19
0,09	0,018	0,35	0,05	67,75	0,34	6,13	0,27	0,19
0,11	0,023	0,39	0,06	69,59	0,38	8,98	0,29	0,19
0,13	0,029	0,43	0,07	71,01	0,41	12,17	0,30	0,19
0,15	0,035	0,47	0,08	72,16	0,44	15,62	0,30	0,18
0,18	0,045	0,55	0,08	73,21	0,47	21,07	0,30	0,16

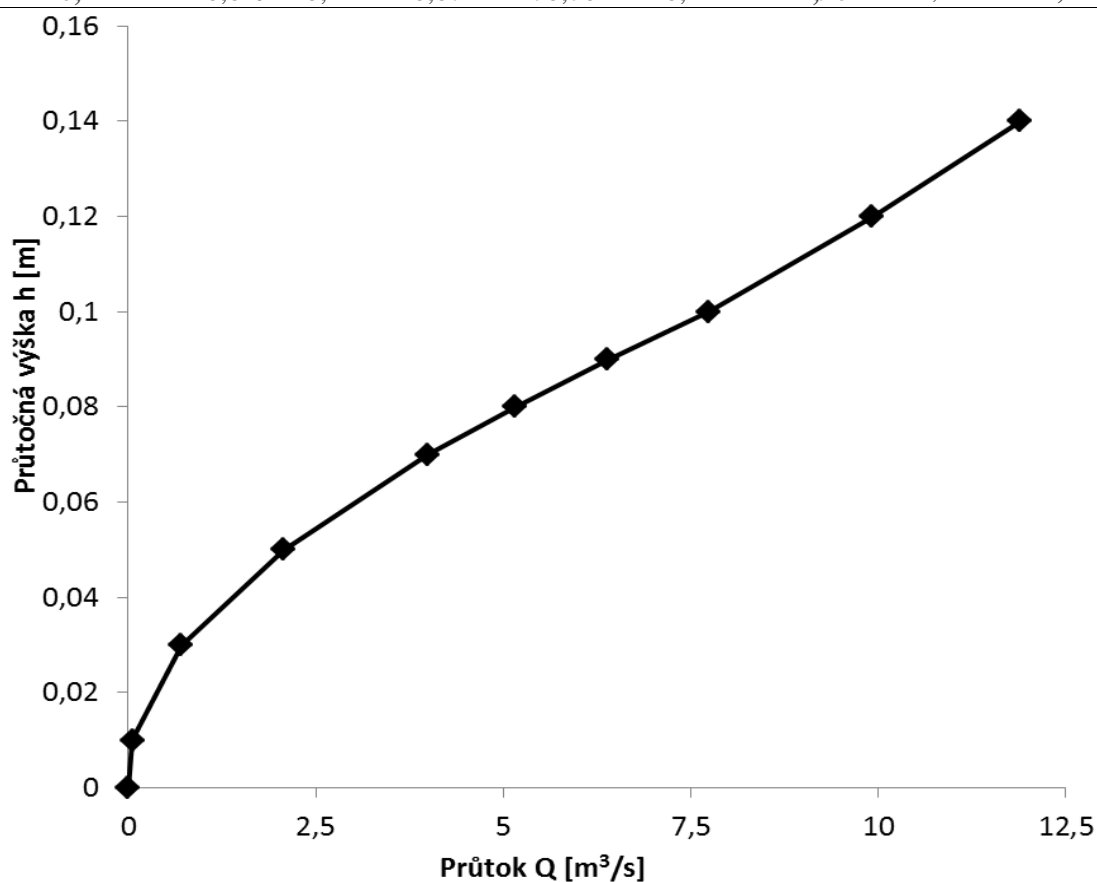


Graf 5.1 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 280 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 0,50 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.2 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,10	0,09	0,06	0,10	0,12
0,03	0,004	0,19	0,02	58,06	0,19	0,70	0,17	0,17
0,05	0,008	0,24	0,03	62,98	0,26	2,08	0,21	0,19
0,07	0,013	0,29	0,04	66,02	0,31	3,99	0,24	0,19
0,08	0,016	0,32	0,05	67,23	0,33	5,16	0,25	0,19
0,09	0,018	0,34	0,05	68,23	0,35	6,40	0,26	0,19
0,10	0,021	0,36	0,06	69,13	0,37	7,74	0,27	0,19
0,12	0,025	0,40	0,06	70,10	0,39	9,92	0,28	0,18
0,14	0,029	0,44	0,07	70,70	0,41	11,90	0,28	0,17

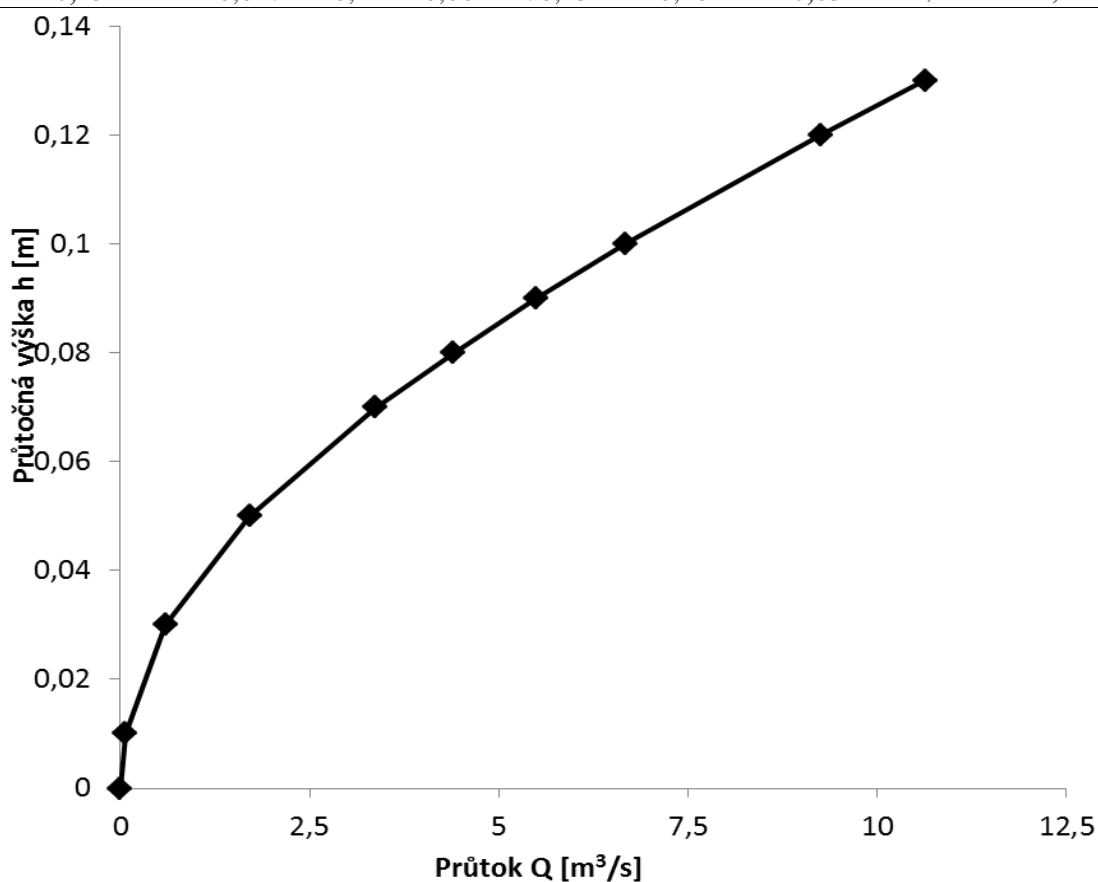


Graf 5.2 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 260 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 0,50 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.3 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	48,39	0,09	0,06	0,10	0,12
0,03	0,003	0,18	0,02	57,33	0,18	0,60	0,17	0,16
0,05	0,007	0,24	0,03	61,97	0,24	1,71	0,20	0,18
0,07	0,012	0,28	0,04	65,13	0,29	3,37	0,23	0,18
0,08	0,014	0,31	0,05	66,38	0,32	4,40	0,24	0,19
0,09	0,016	0,33	0,05	67,41	0,34	5,49	0,25	0,18
0,10	0,019	0,35	0,05	68,32	0,36	6,68	0,25	0,18
0,12	0,024	0,39	0,06	69,82	0,39	9,26	0,26	0,17
0,13	0,027	0,41	0,06	70,43	0,40	10,63	0,26	0,17

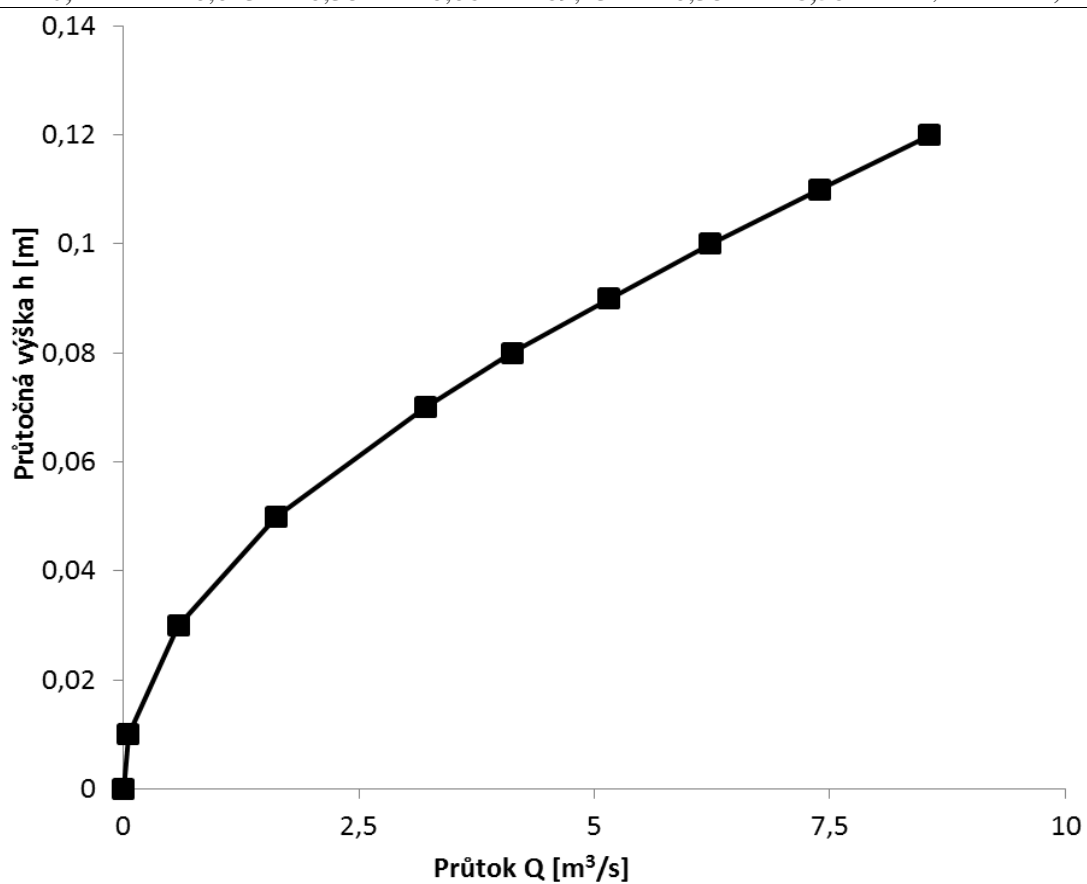


Graf 5.3 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 240 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 0,50 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.4 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	47,48	0,08	0,05	0,10	0,12
0,03	0,003	0,17	0,02	57,41	0,18	0,58	0,16	0,16
0,05	0,007	0,23	0,03	61,90	0,24	1,63	0,19	0,18
0,07	0,011	0,27	0,04	65,03	0,29	3,21	0,22	0,18
0,08	0,013	0,30	0,04	66,19	0,31	4,13	0,23	0,18
0,09	0,016	0,32	0,05	67,21	0,33	5,16	0,23	0,18
0,10	0,018	0,34	0,05	68,07	0,35	6,23	0,24	0,17
0,11	0,020	0,36	0,06	68,85	0,37	7,40	0,24	0,17
0,12	0,023	0,38	0,06	69,43	0,38	8,56	0,24	0,16

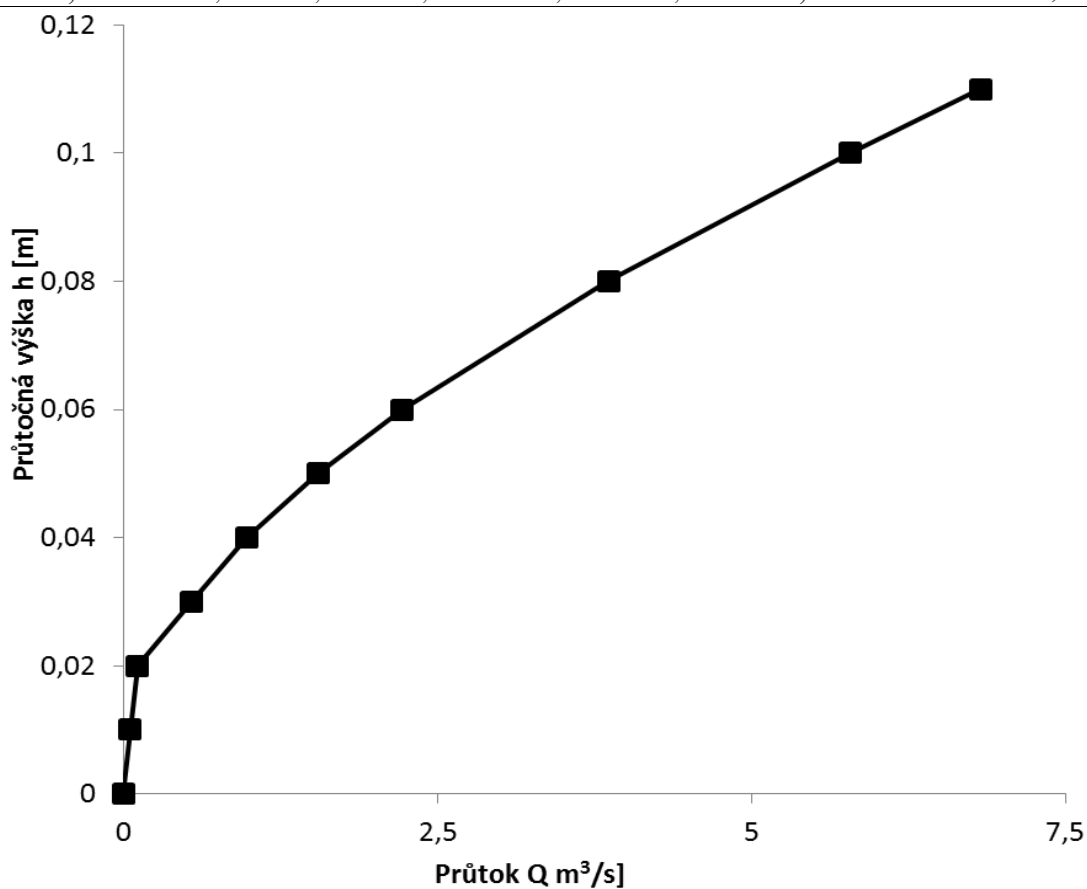


Graf 5.4 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 220 mm
Souč. Drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 0,50 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.5 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	47,81	0,09	0,05	0,09	0,12
0,02	0,001	0,13	0,01	49,86	0,10	0,11	0,13	0,12
0,03	0,003	0,17	0,02	57,21	0,17	0,54	0,15	0,16
0,04	0,005	0,19	0,02	59,78	0,21	0,98	0,17	0,17
0,05	0,007	0,22	0,03	61,84	0,24	1,55	0,18	0,17
0,06	0,008	0,24	0,03	63,47	0,26	2,22	0,20	0,17
0,08	0,013	0,28	0,04	65,99	0,31	3,86	0,21	0,17
0,10	0,017	0,33	0,05	67,80	0,34	5,79	0,22	0,17
0,11	0,019	0,35	0,05	68,52	0,36	6,83	0,22	0,16

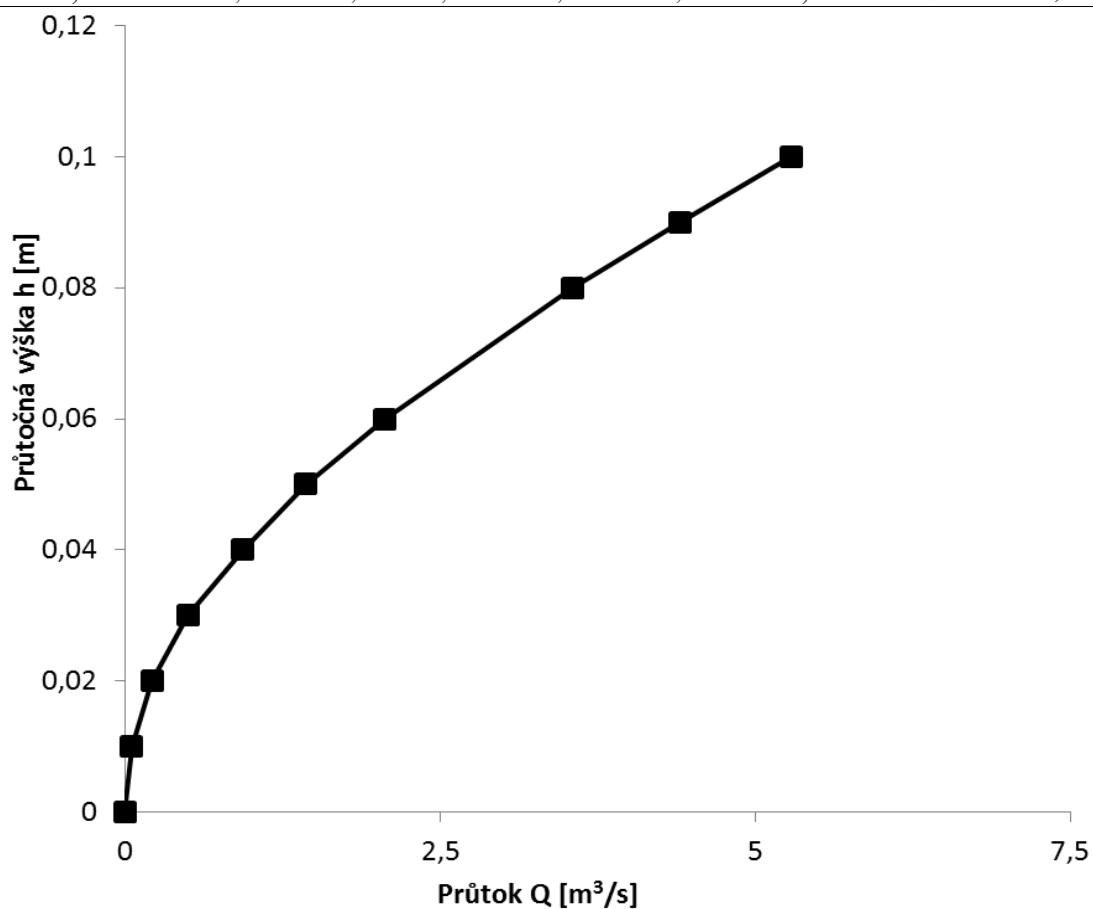


Graf 5.5 Závislosť prietoku na prietocnej výške

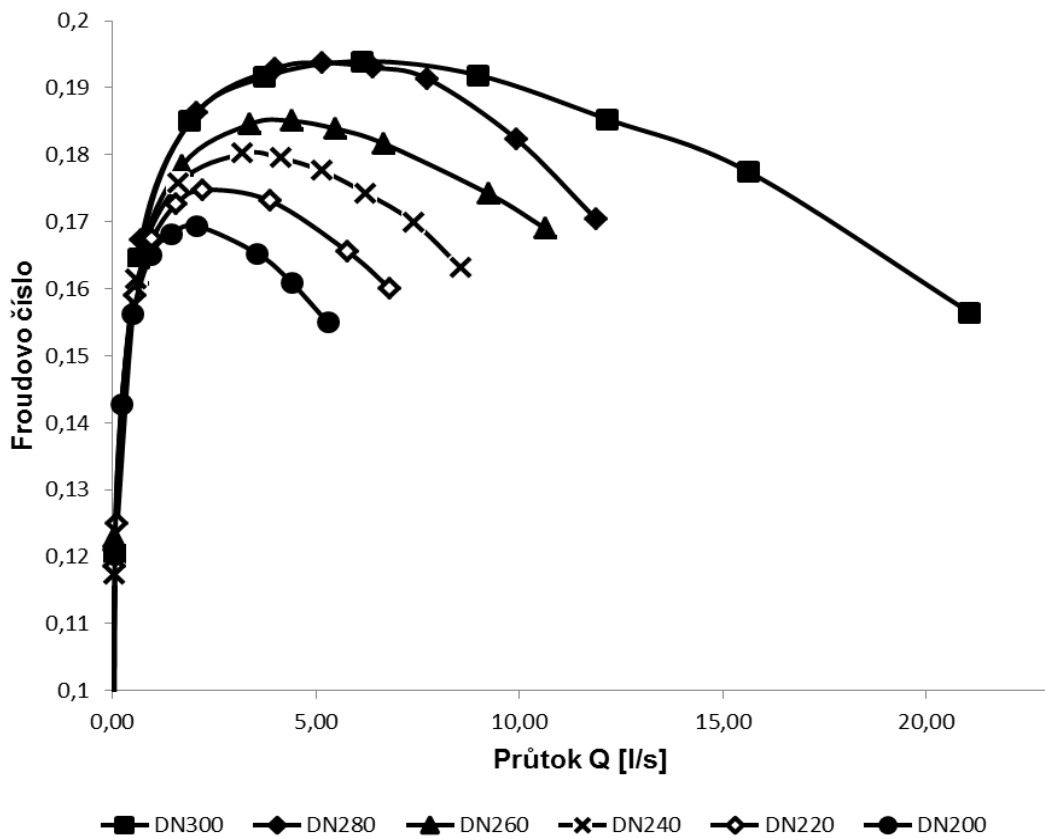
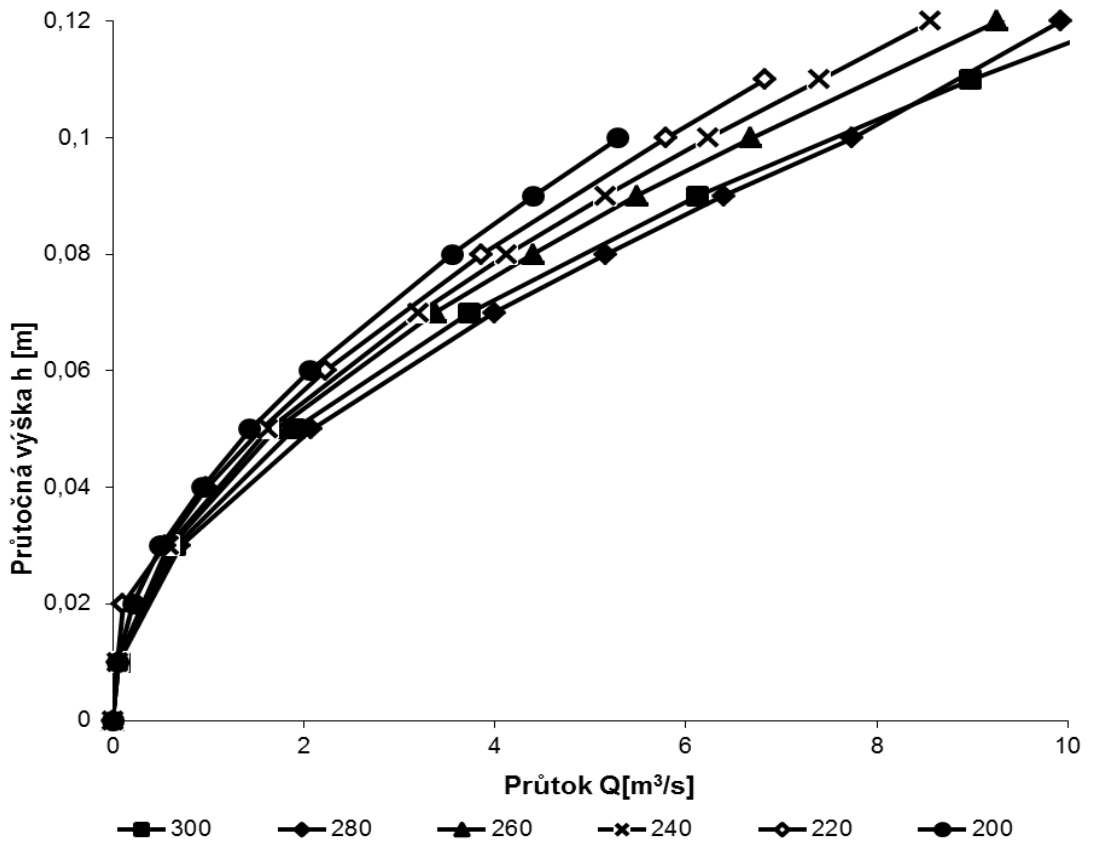
Vnitřní průměr
potrubí 200 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 0,50 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.6 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	48,20	0,09	0,05	0,09	0,12
0,02	0,002	0,13	0,01	53,48	0,13	0,21	0,12	0,14
0,03	0,003	0,16	0,02	57,01	0,17	0,50	0,14	0,16
0,04	0,005	0,19	0,02	59,79	0,21	0,94	0,16	0,17
0,05	0,006	0,21	0,03	61,63	0,24	1,43	0,17	0,17
0,06	0,008	0,23	0,03	63,27	0,26	2,06	0,18	0,17
0,08	0,012	0,27	0,04	65,70	0,30	3,55	0,20	0,17
0,09	0,014	0,29	0,05	66,65	0,32	4,41	0,20	0,16
0,10	0,016	0,31	0,05	67,43	0,34	5,29	0,20	0,15



Graf 5.6 Závislosť prietoku na prietocnej výške



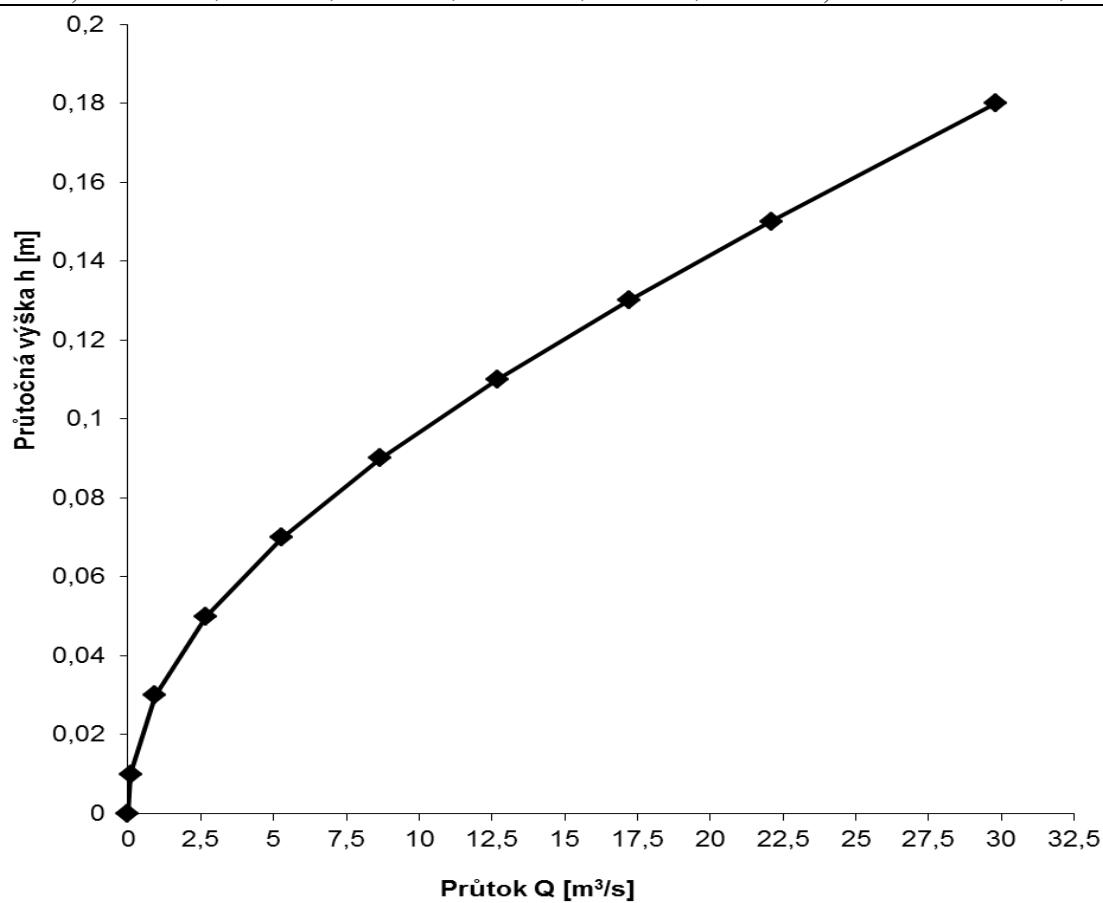
Graf 5.7 Závislost' prietoku na prietocnej výške Froudovom čísle

Sklon žľabu 1,0 ‰

Vnitřní průměr			300 mm
potrubí			
Souč. drsnosti	n		0,009
Podélný sklon	l		1,00 ‰
Coriolisovo č.	α		1,05

Tab. 5.7 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,08	0,12	0,09	0,11	0,24
0,03	0,004	0,19	0,02	57,42	0,25	0,92	0,18	0,33
0,05	0,008	0,25	0,03	62,27	0,35	2,68	0,22	0,37
0,07	0,013	0,30	0,04	65,38	0,42	5,28	0,25	0,38
0,09	0,018	0,35	0,05	67,75	0,49	8,66	0,27	0,39
0,11	0,023	0,39	0,06	69,59	0,54	12,70	0,29	0,38
0,13	0,029	0,43	0,07	71,01	0,59	17,21	0,30	0,37
0,15	0,035	0,47	0,08	72,16	0,63	22,09	0,30	0,35
0,18	0,045	0,55	0,08	73,21	0,66	29,80	0,30	0,31

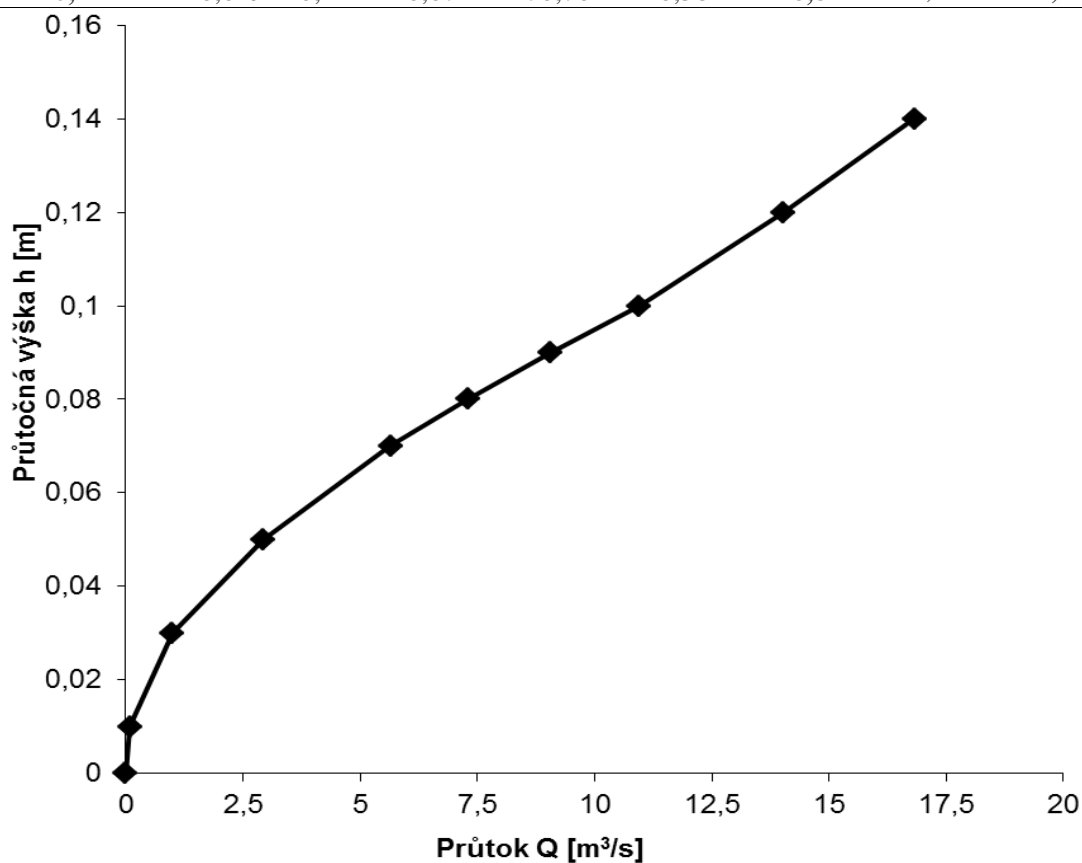


Graf 5.8 Závislosť prietoku na prútočnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 280 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 1,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.8 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,10	0,12	0,09	0,10	0,24
0,03	0,004	0,19	0,02	58,06	0,26	1,00	0,17	0,33
0,05	0,008	0,24	0,03	62,98	0,36	2,94	0,21	0,37
0,07	0,013	0,29	0,04	66,02	0,44	5,65	0,24	0,39
0,08	0,016	0,32	0,05	67,23	0,47	7,30	0,25	0,39
0,09	0,018	0,34	0,05	68,23	0,50	9,04	0,26	0,39
0,10	0,021	0,36	0,06	69,13	0,53	10,95	0,27	0,38
0,12	0,025	0,40	0,06	70,10	0,56	14,03	0,28	0,36
0,14	0,029	0,44	0,07	70,70	0,58	16,82	0,28	0,34

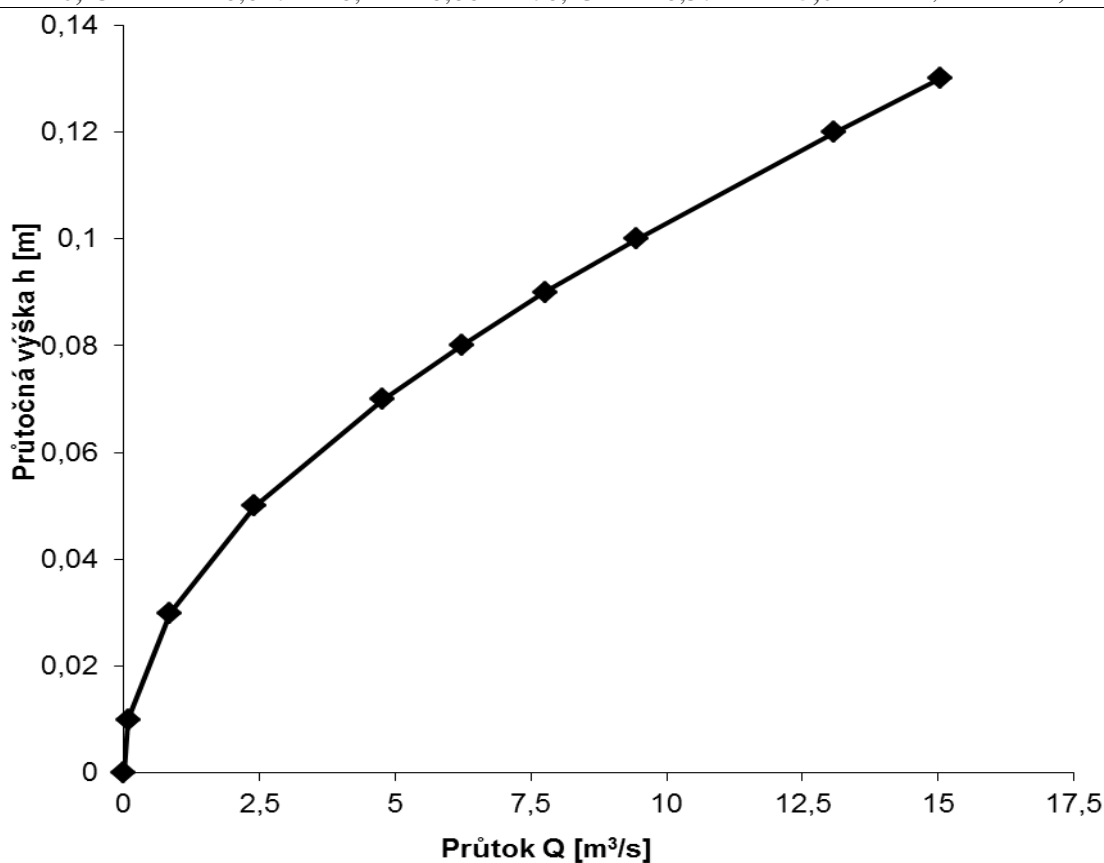


Graf 5.9 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 260 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 1,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.9 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	48,39	0,13	0,09	0,10	0,25
0,03	0,003	0,18	0,02	57,33	0,25	0,85	0,17	0,32
0,05	0,007	0,24	0,03	61,97	0,34	2,41	0,20	0,36
0,07	0,012	0,28	0,04	65,13	0,41	4,77	0,23	0,37
0,08	0,014	0,31	0,05	66,38	0,45	6,22	0,24	0,37
0,09	0,016	0,33	0,05	67,41	0,48	7,76	0,25	0,37
0,10	0,019	0,35	0,05	68,32	0,50	9,44	0,25	0,36
0,12	0,024	0,39	0,06	69,82	0,55	13,09	0,26	0,35
0,13	0,027	0,41	0,06	70,43	0,57	15,04	0,26	0,34

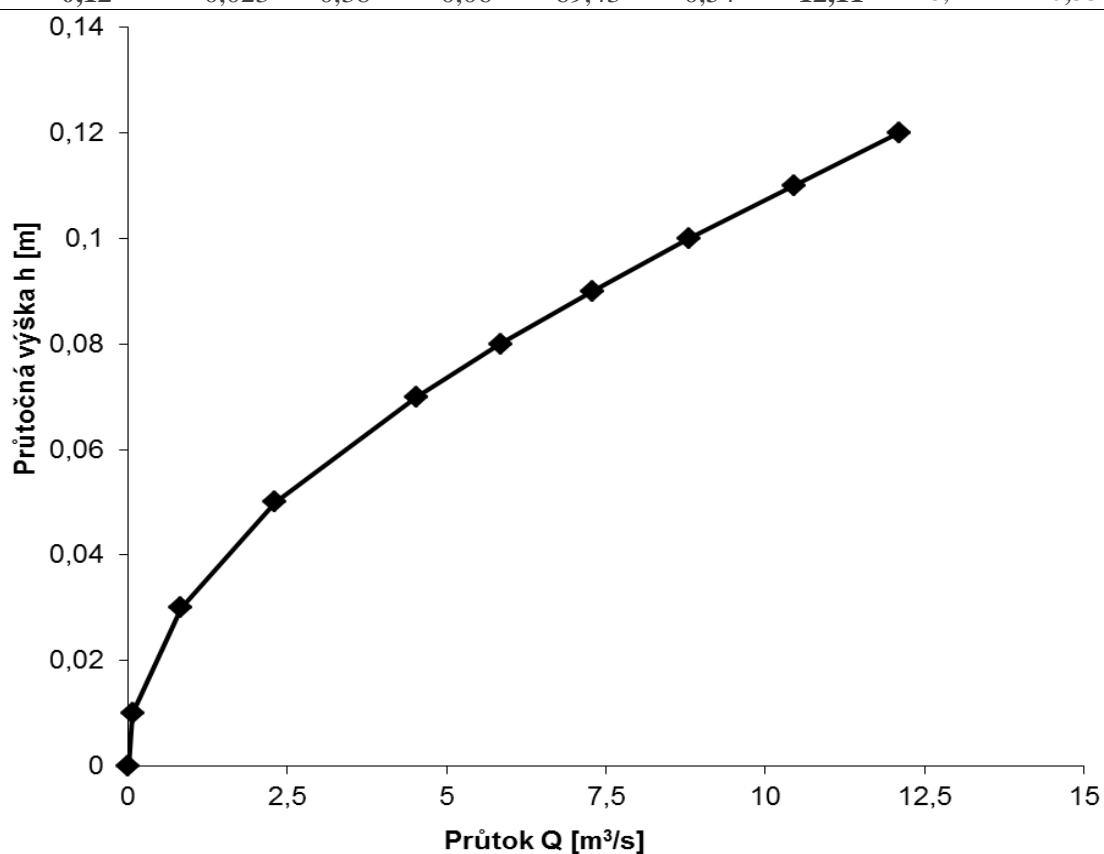


Graf 5.10 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 240 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 1,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.10 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	47,48	0,12	0,07	0,10	0,23
0,03	0,003	0,17	0,02	57,41	0,25	0,83	0,16	0,32
0,05	0,007	0,23	0,03	61,90	0,34	2,30	0,19	0,35
0,07	0,011	0,27	0,04	65,03	0,41	4,53	0,22	0,36
0,08	0,013	0,30	0,04	66,19	0,44	5,84	0,23	0,36
0,09	0,016	0,32	0,05	67,21	0,47	7,29	0,23	0,36
0,10	0,018	0,34	0,05	68,07	0,49	8,81	0,24	0,35
0,11	0,020	0,36	0,06	68,85	0,52	10,46	0,24	0,34
0,12	0,023	0,38	0,06	69,43	0,54	12,11	0,24	0,33

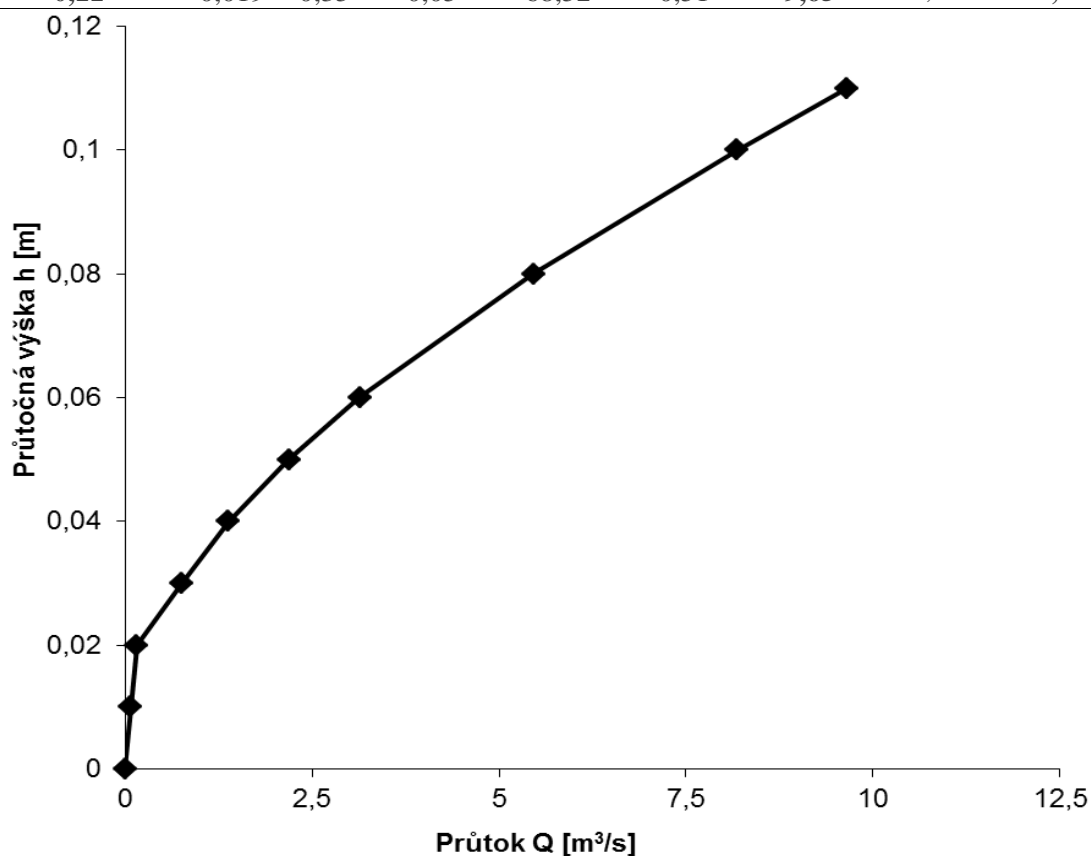


Graf 5.11 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 220 mm
Souč. Drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 1,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.11 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	47,81	0,12	0,07	0,09	0,24
0,02	0,001	0,13	0,01	49,86	0,14	0,16	0,13	0,25
0,03	0,003	0,17	0,02	57,21	0,25	0,77	0,15	0,32
0,04	0,005	0,19	0,02	59,78	0,29	1,38	0,17	0,33
0,05	0,007	0,22	0,03	61,84	0,34	2,19	0,18	0,35
0,06	0,008	0,24	0,03	63,47	0,37	3,14	0,20	0,35
0,08	0,013	0,28	0,04	65,99	0,44	5,46	0,21	0,35
0,10	0,017	0,33	0,05	67,80	0,49	8,18	0,22	0,33
0,11	0,019	0,35	0,05	68,52	0,51	9,65	0,22	0,32

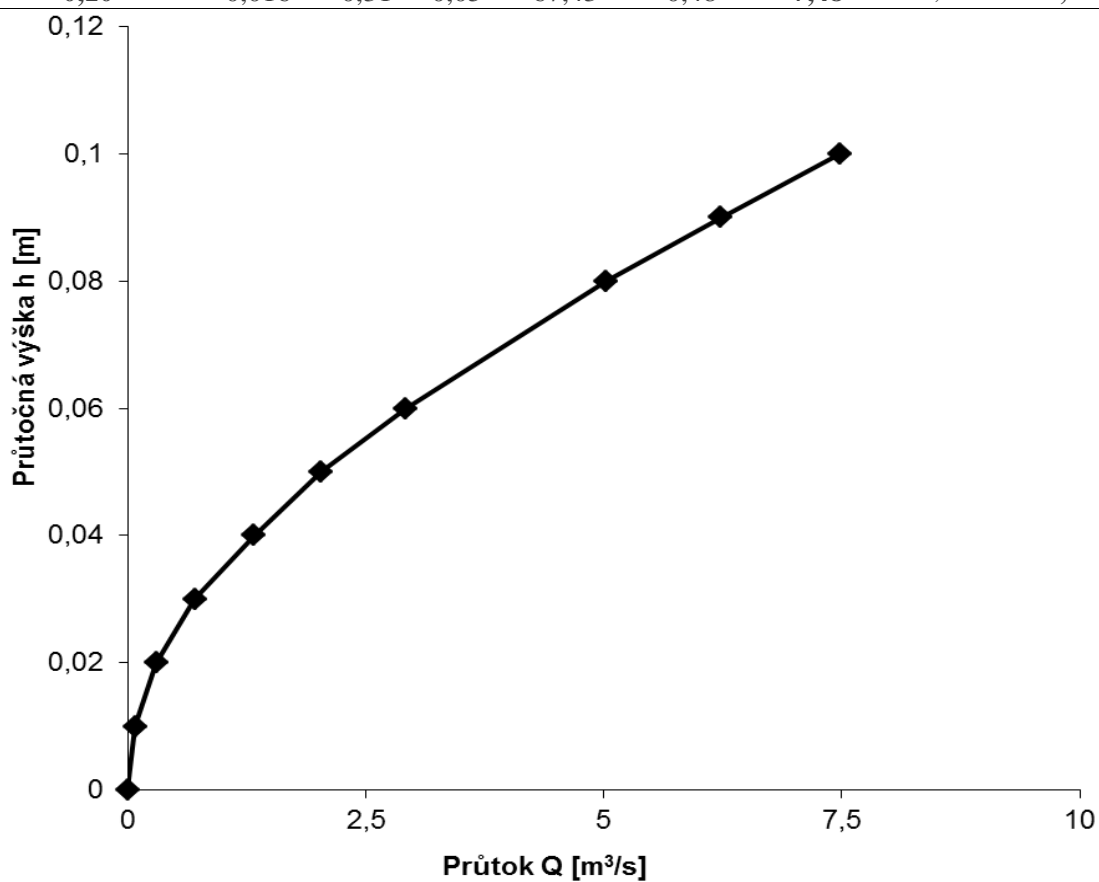


Graf 5.12 Závislosť prietoku na prietocnej výške

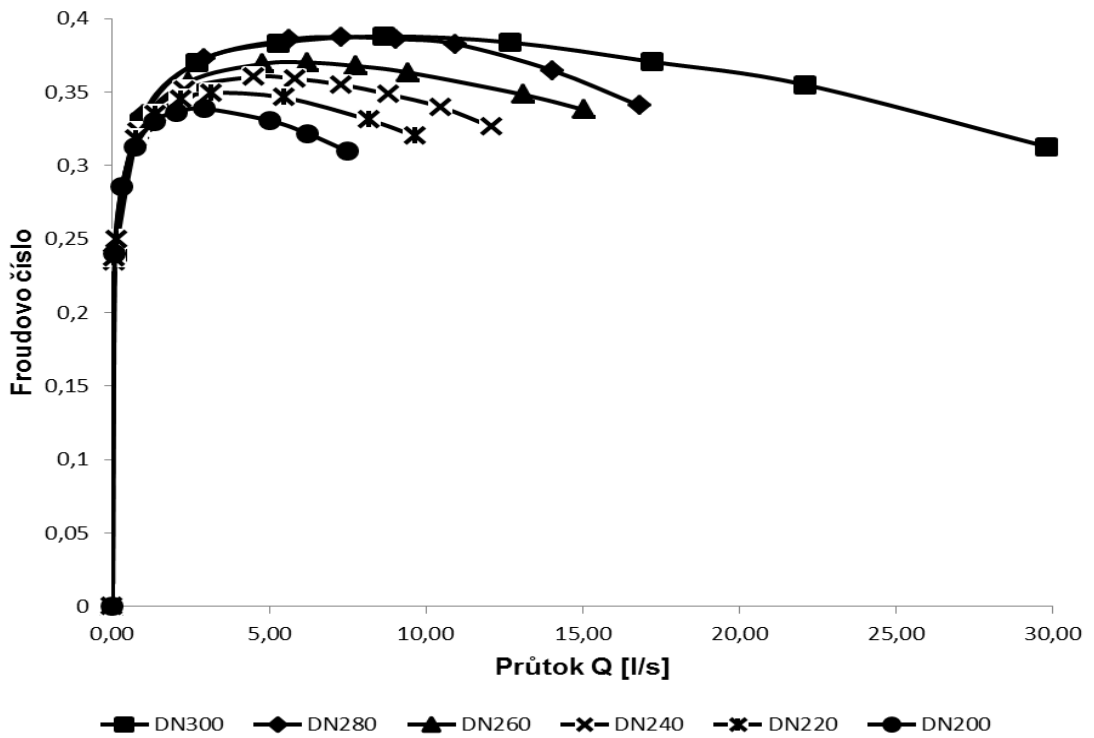
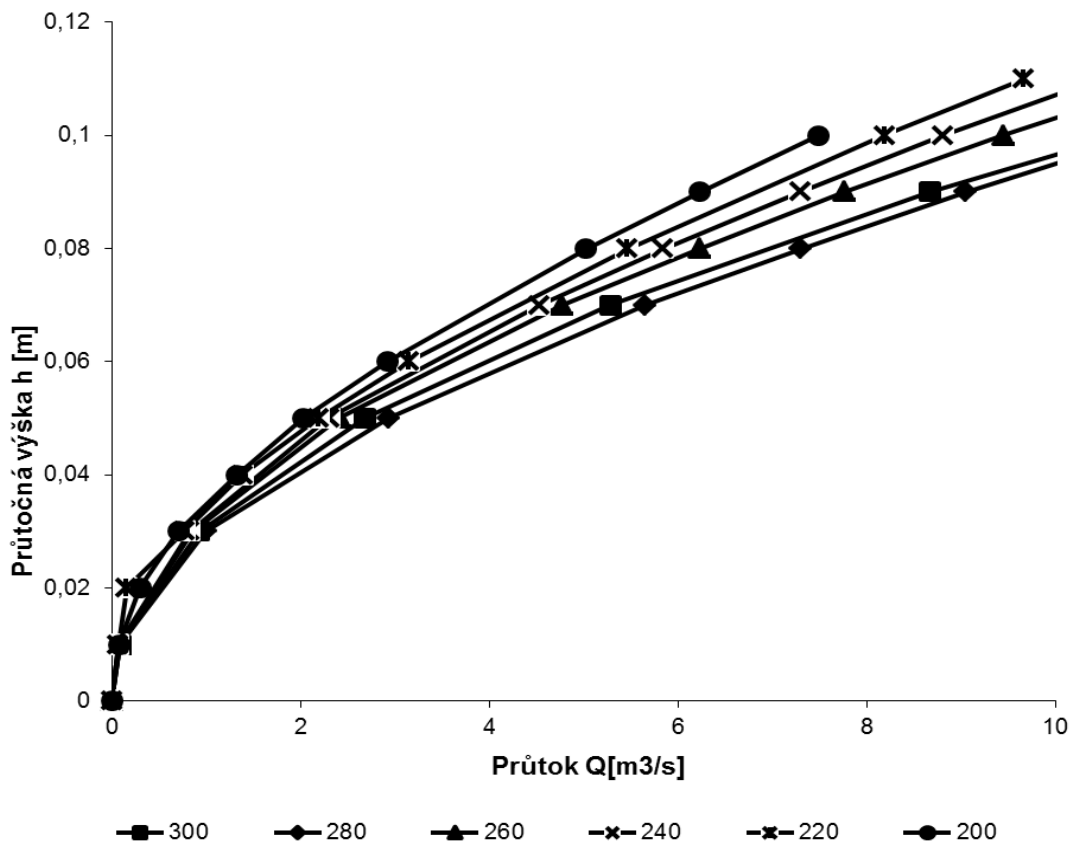
Vnitřní průměr
potrubí 200 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 1,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.12 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	48,20	0,12	0,07	0,09	0,24
0,02	0,002	0,13	0,01	53,48	0,19	0,30	0,12	0,29
0,03	0,003	0,16	0,02	57,01	0,24	0,71	0,14	0,31
0,04	0,005	0,19	0,02	59,79	0,29	1,33	0,16	0,33
0,05	0,006	0,21	0,03	61,63	0,33	2,03	0,17	0,34
0,06	0,008	0,23	0,03	63,27	0,37	2,92	0,18	0,34
0,08	0,012	0,27	0,04	65,70	0,43	5,02	0,20	0,33
0,09	0,014	0,29	0,05	66,65	0,45	6,23	0,20	0,32
0,10	0,016	0,31	0,05	67,43	0,48	7,48	0,20	0,31



Graf 5.13 Závislosť prietoku na prietocnej výške



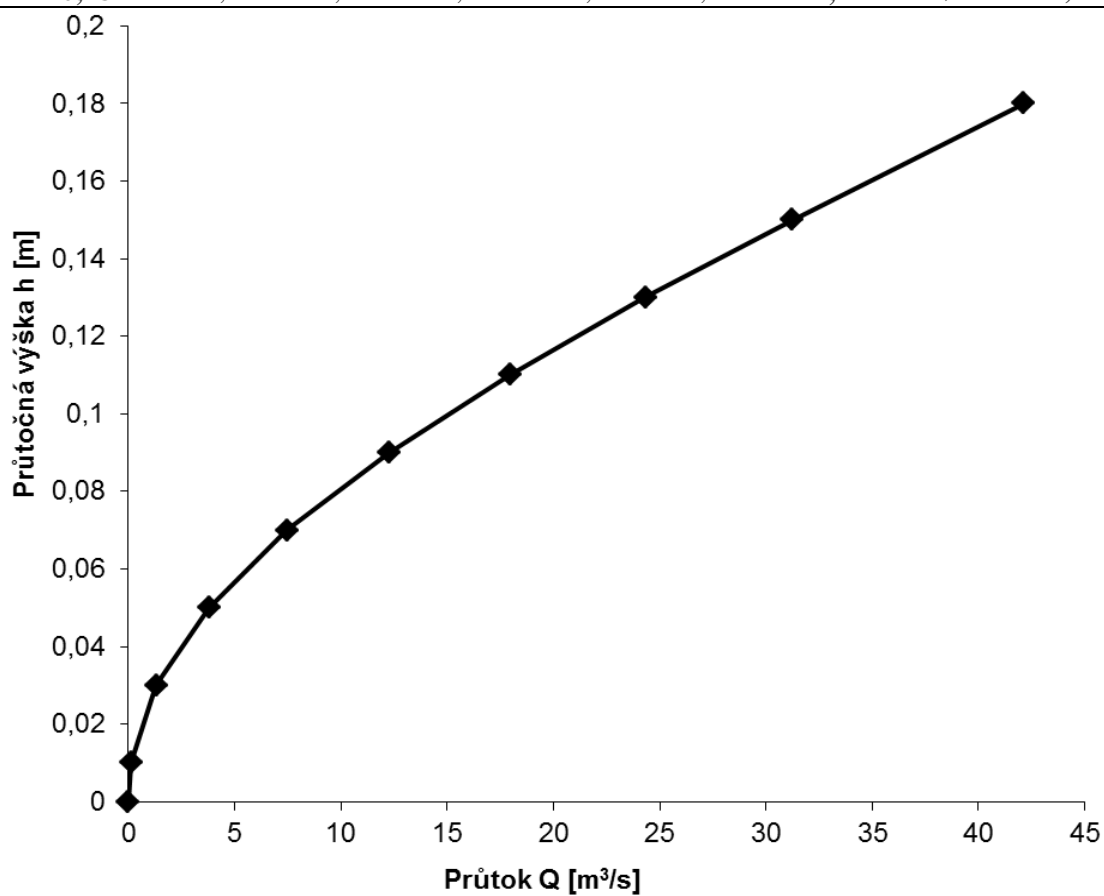
Graf 5.14 Závislost' prietoku na prietocnej výške Froudovom čísle

Sklon žľabu 2,0 ‰

Vnitřní průměr potrubí		300 mm
Souč. drsnosti	n	0,009
Podélný sklon	l	2,00 ‰
Coriolisovo č.	α	1,05

Tab. 5.13 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,08	0,17	0,13	0,11	0,48
0,03	0,004	0,19	0,02	57,42	0,35	1,30	0,18	0,66
0,05	0,008	0,25	0,03	62,27	0,49	3,79	0,22	0,74
0,07	0,013	0,30	0,04	65,38	0,60	7,47	0,25	0,77
0,09	0,018	0,35	0,05	67,75	0,69	12,25	0,27	0,78
0,11	0,023	0,39	0,06	69,59	0,76	17,96	0,29	0,77
0,13	0,029	0,43	0,07	71,01	0,83	24,33	0,30	0,74
0,15	0,035	0,47	0,08	72,16	0,88	31,24	0,30	0,71
0,18	0,045	0,55	0,08	73,21	0,94	42,14	0,30	0,63

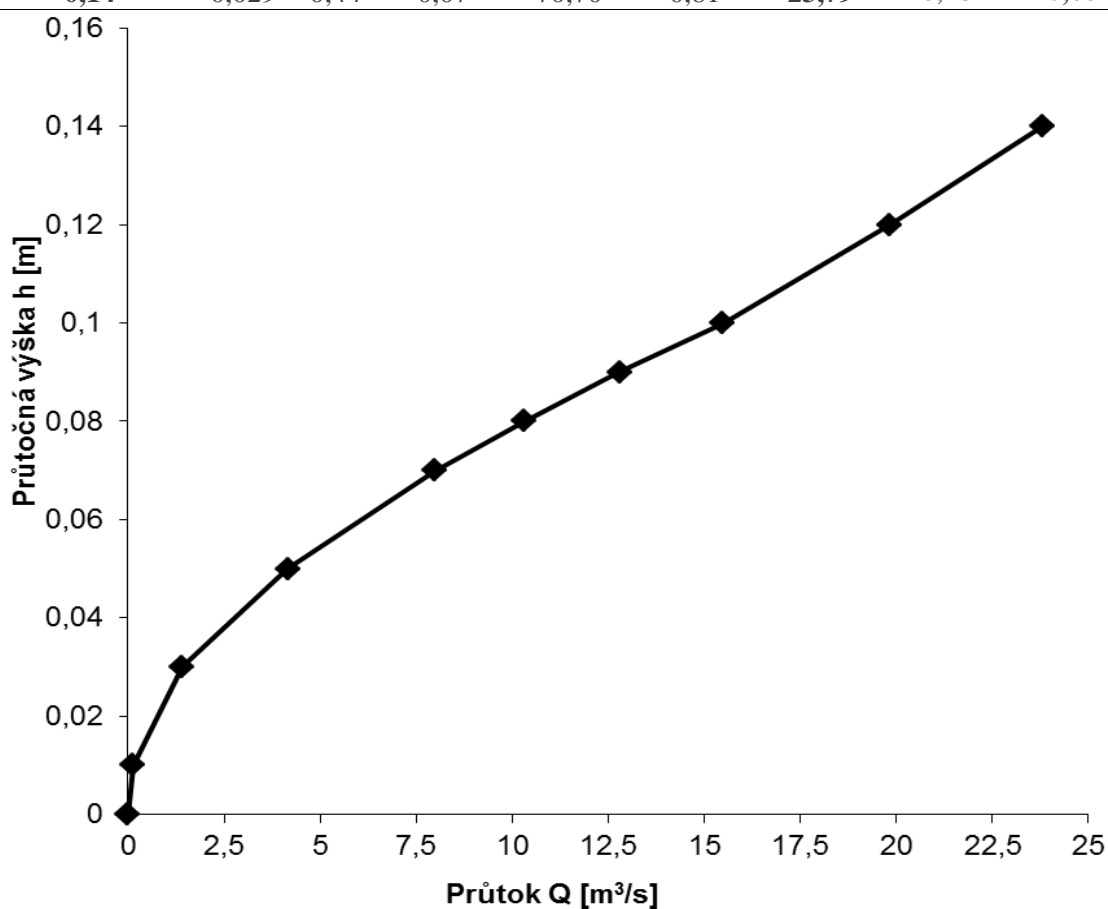


Graf 5.15 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 280 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 2,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.14 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,10	0,17	0,12	0,10	0,48
0,03	0,004	0,19	0,02	58,06	0,37	1,41	0,17	0,67
0,05	0,008	0,24	0,03	62,98	0,51	4,15	0,21	0,75
0,07	0,013	0,29	0,04	66,02	0,62	7,99	0,24	0,77
0,08	0,016	0,32	0,05	67,23	0,67	10,32	0,25	0,77
0,09	0,018	0,34	0,05	68,23	0,71	12,79	0,26	0,77
0,10	0,021	0,36	0,06	69,13	0,74	15,49	0,27	0,77
0,12	0,025	0,40	0,06	70,10	0,79	19,84	0,28	0,73
0,14	0,029	0,44	0,07	70,70	0,81	23,79	0,28	0,68

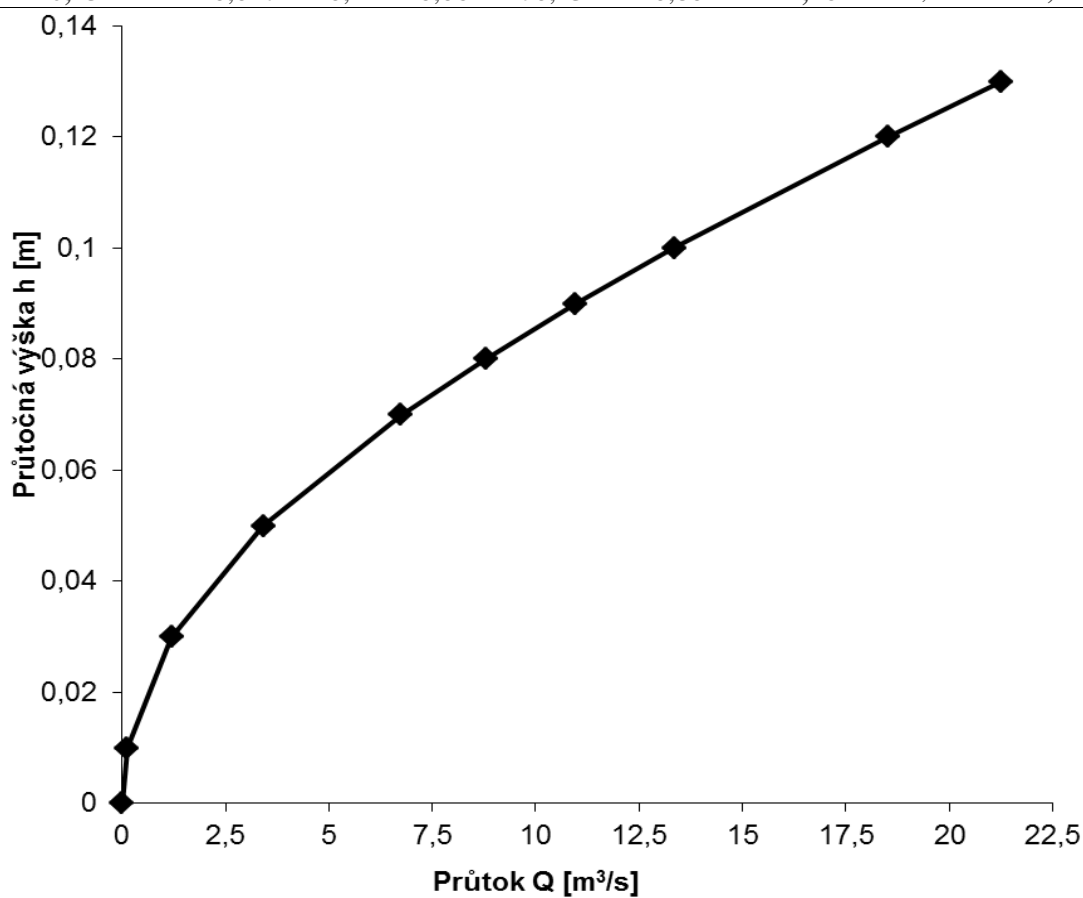


Graf 5.16 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 260 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 2,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.15 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	48,39	0,18	0,13	0,10	0,49
0,03	0,003	0,18	0,02	57,33	0,35	1,20	0,17	0,65
0,05	0,007	0,24	0,03	61,97	0,48	3,41	0,20	0,71
0,07	0,012	0,28	0,04	65,13	0,59	6,74	0,23	0,74
0,08	0,014	0,31	0,05	66,38	0,63	8,80	0,24	0,74
0,09	0,016	0,33	0,05	67,41	0,67	10,97	0,25	0,74
0,10	0,019	0,35	0,05	68,32	0,71	13,36	0,25	0,73
0,12	0,024	0,39	0,06	69,82	0,77	18,51	0,26	0,70
0,13	0,027	0,41	0,06	70,43	0,80	21,26	0,26	0,68

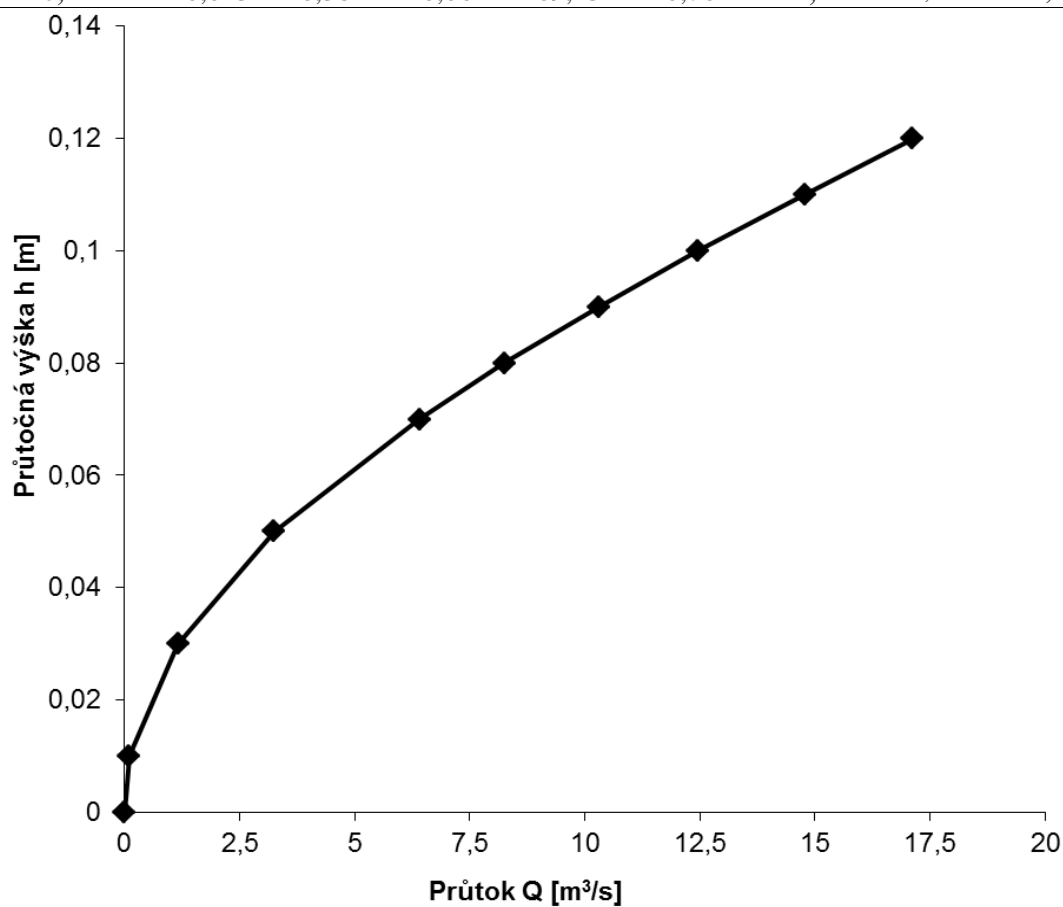


Graf 5.17 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 240 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 2,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.16 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	47,48	0,17	0,10	0,10	0,47
0,03	0,003	0,17	0,02	57,41	0,35	1,17	0,16	0,65
0,05	0,007	0,23	0,03	61,90	0,48	3,25	0,19	0,70
0,07	0,011	0,27	0,04	65,03	0,58	6,41	0,22	0,72
0,08	0,013	0,30	0,04	66,19	0,63	8,26	0,23	0,72
0,09	0,016	0,32	0,05	67,21	0,67	10,31	0,23	0,71
0,10	0,018	0,34	0,05	68,07	0,70	12,46	0,24	0,70
0,11	0,020	0,36	0,06	68,85	0,73	14,80	0,24	0,68
0,12	0,023	0,38	0,06	69,43	0,76	17,12	0,24	0,65

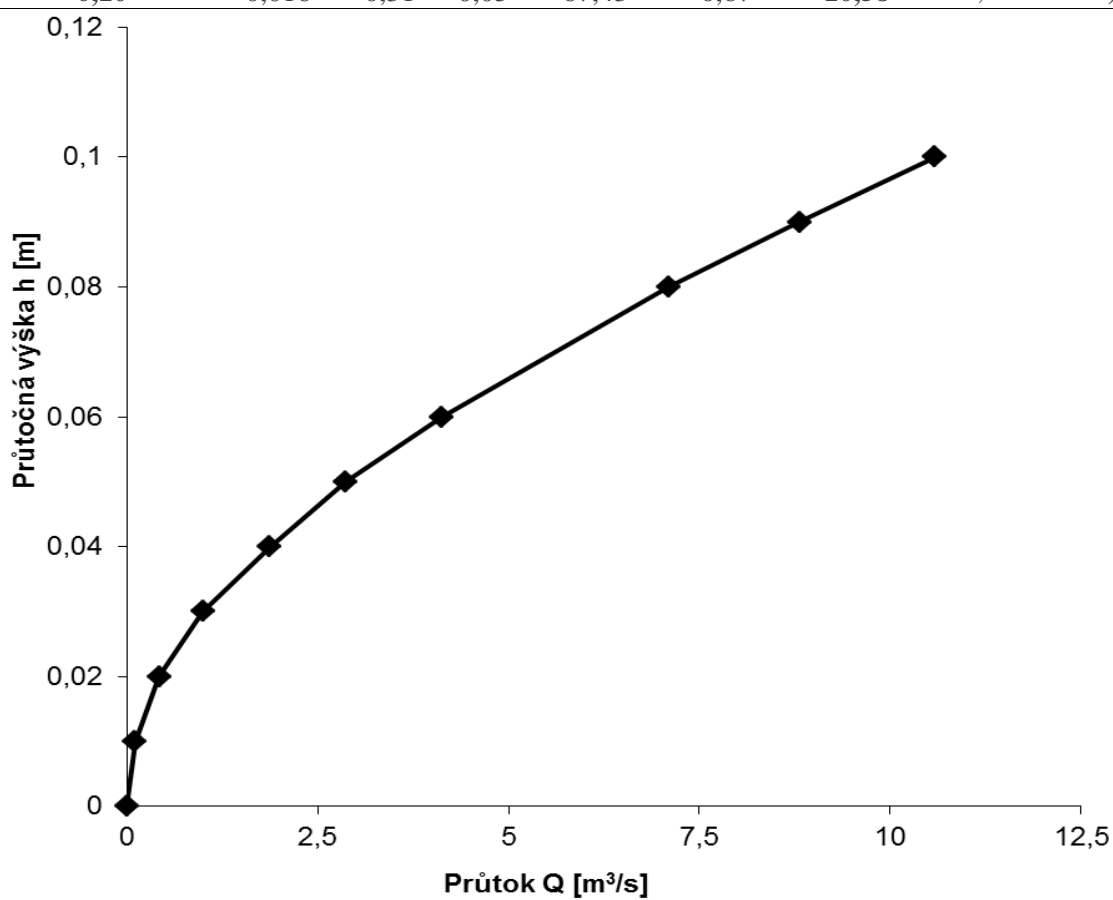


Graf 5.18 Závislosť prietoku na prietocnej výške

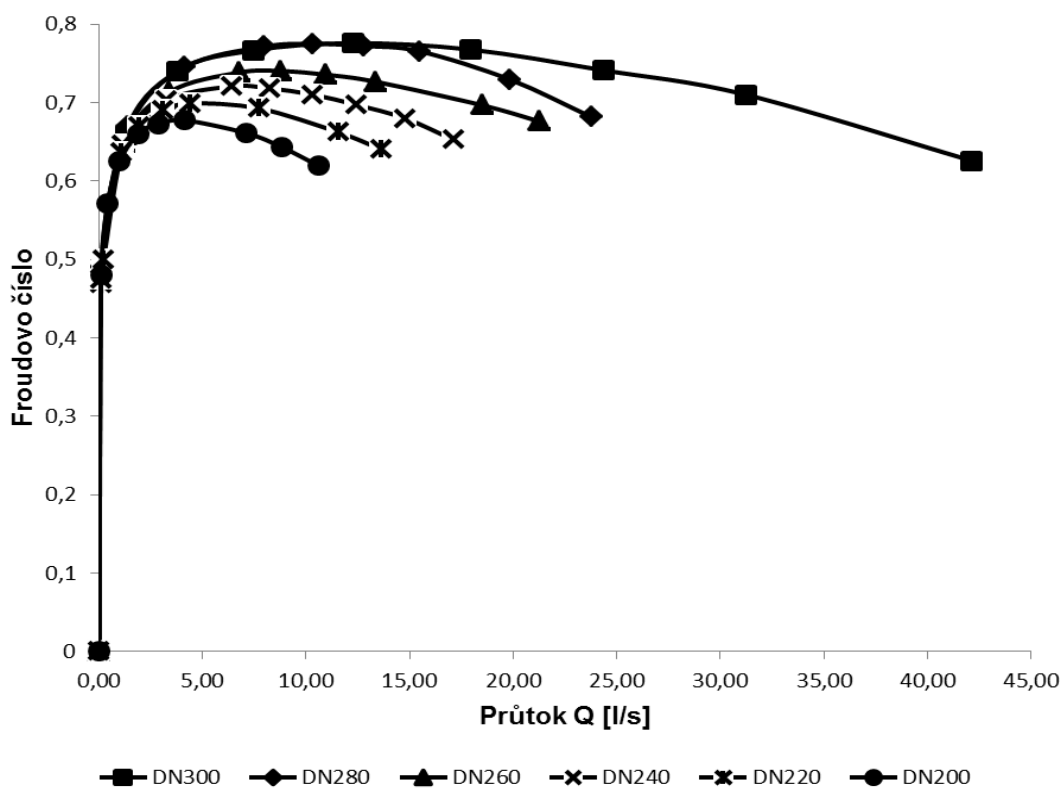
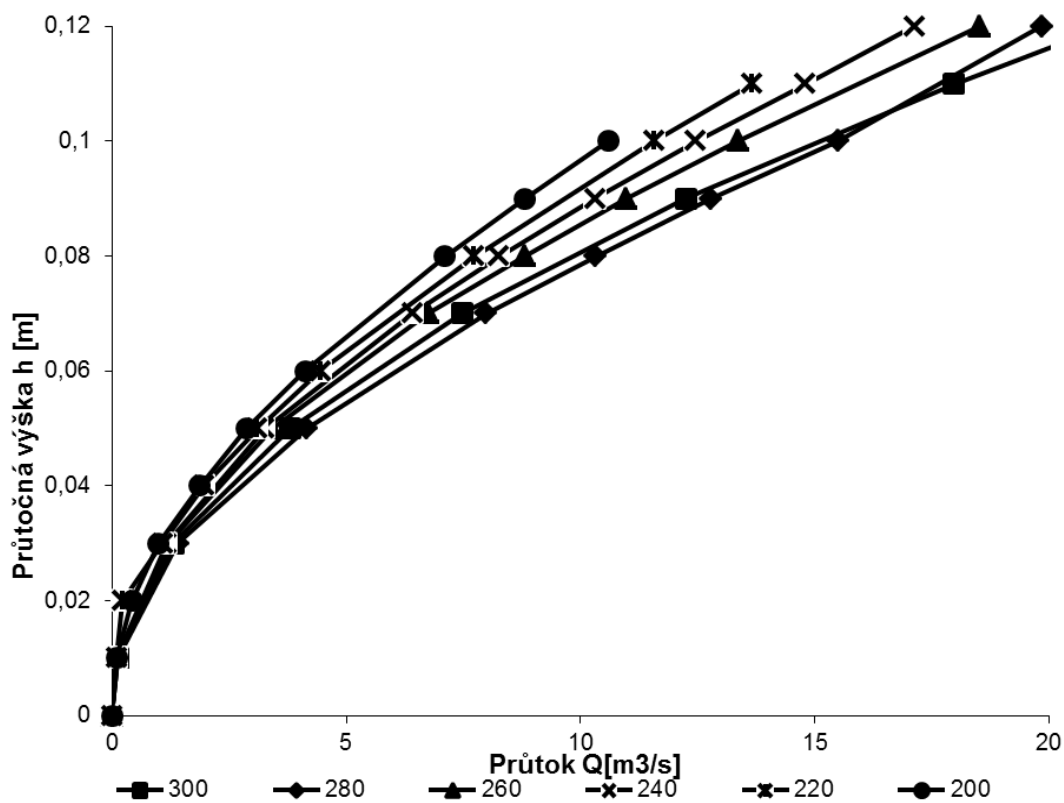
Vnitřní průměr
potrubí 200 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 2,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.17 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	48,20	0,18	0,11	0,09	0,48
0,02	0,002	0,13	0,01	53,48	0,27	0,43	0,12	0,57
0,03	0,003	0,16	0,02	57,01	0,34	1,00	0,14	0,62
0,04	0,005	0,19	0,02	59,79	0,42	1,87	0,16	0,66
0,05	0,006	0,21	0,03	61,63	0,47	2,87	0,17	0,67
0,06	0,008	0,23	0,03	63,27	0,52	4,13	0,18	0,68
0,08	0,012	0,27	0,04	65,70	0,61	7,11	0,20	0,66
0,09	0,014	0,29	0,05	66,65	0,64	8,81	0,20	0,64
0,10	0,016	0,31	0,05	67,43	0,67	10,58	0,20	0,62



Graf 5.19 Závislosť prietoku na prietocnej výške



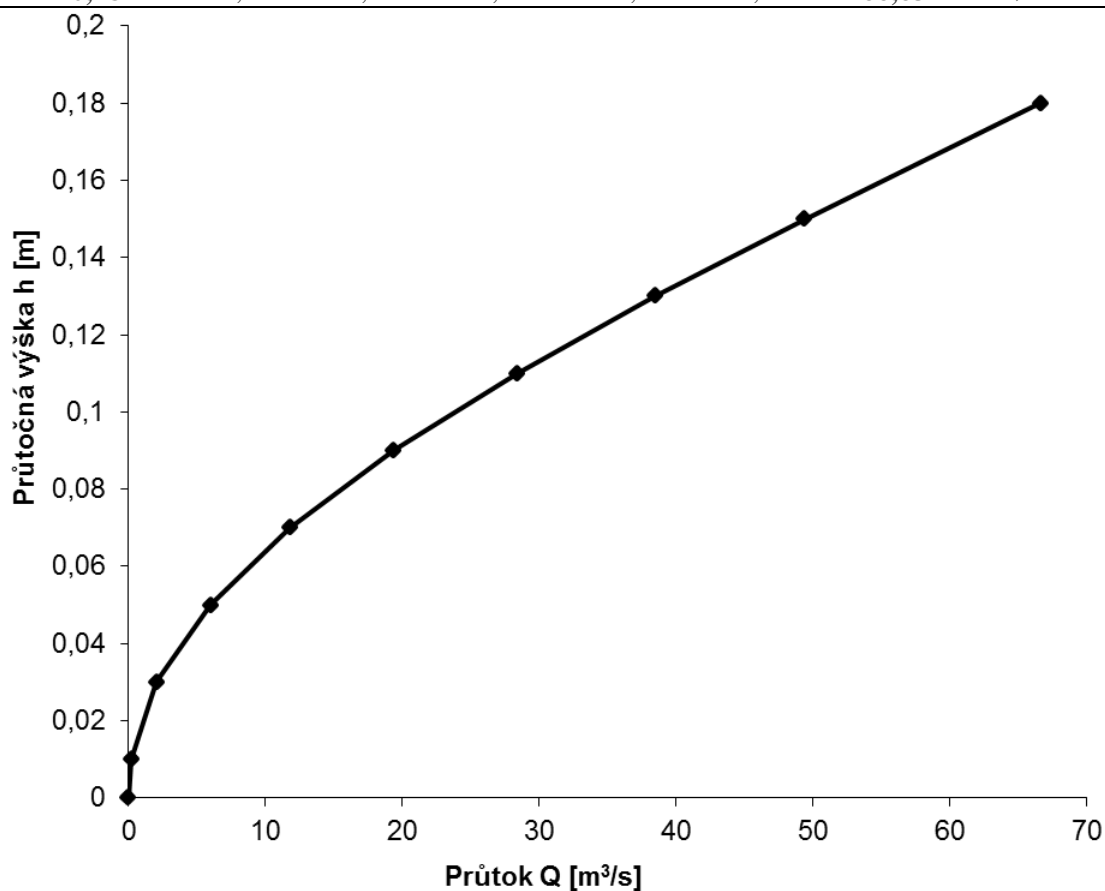
Graf 5.20 Závislosť prietoku na prietocnej výške Froudovom čísle

Sklon žľabu 5,0 ‰

Vnitřní průměr potrubí		300 mm
Souč. drsnosti	n	0,009
Podélný sklon	l	5,00 ‰
Coriolisovo č.	α	1,05

Tab. 5.18 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,08	0,28	0,20	0,11	1,20
0,03	0,004	0,19	0,02	57,42	0,56	2,06	0,18	1,65
0,05	0,008	0,25	0,03	62,27	0,77	6,00	0,22	1,85
0,07	0,013	0,30	0,04	65,38	0,94	11,80	0,25	1,92
0,09	0,018	0,35	0,05	67,75	1,09	19,37	0,27	1,94
0,11	0,023	0,39	0,06	69,59	1,21	28,40	0,29	1,92
0,13	0,029	0,43	0,07	71,01	1,31	38,48	0,30	1,85
0,15	0,035	0,47	0,08	72,16	1,40	49,40	0,30	1,77
0,18	0,045	0,55	0,08	73,21	1,48	66,63	0,30	1,56

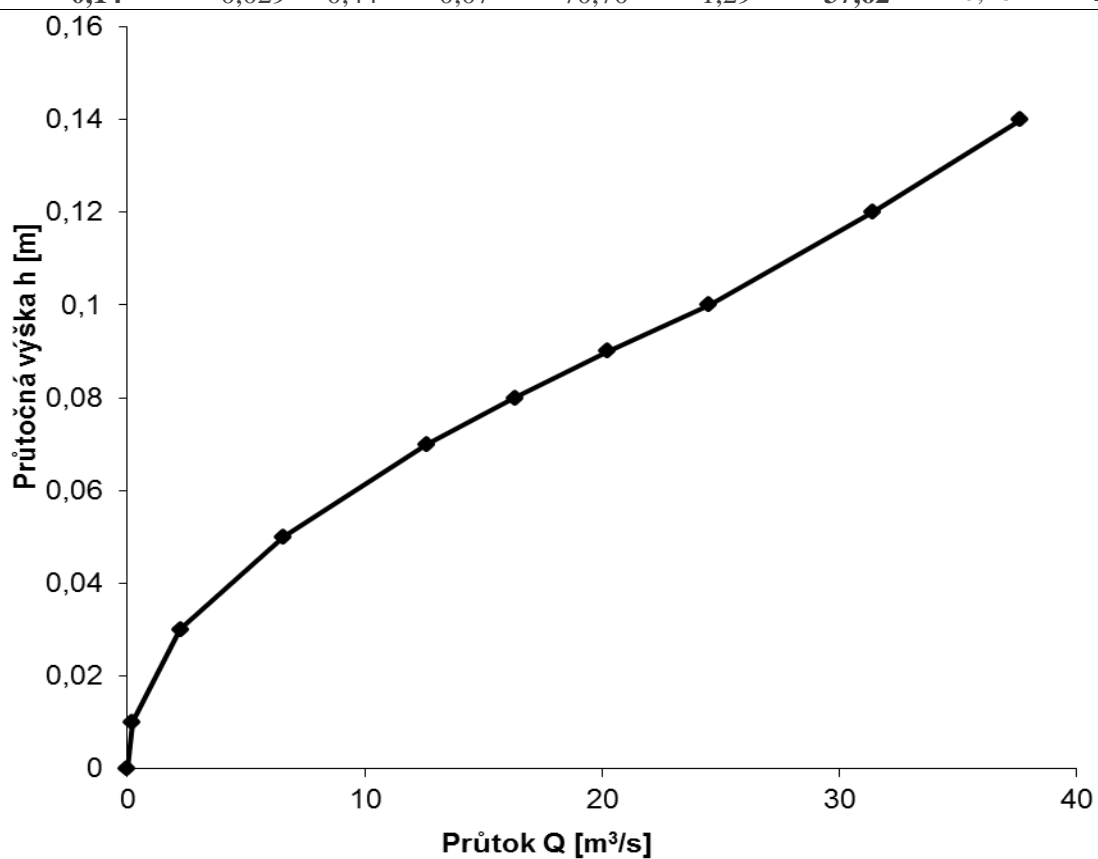


Graf 5.21 Závislosť prietoku na prietočnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 280 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 5,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.19 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,10	0,28	0,19	0,10	1,21
0,03	0,004	0,19	0,02	58,06	0,59	2,23	0,17	1,67
0,05	0,008	0,24	0,03	62,98	0,81	6,57	0,21	1,86
0,07	0,013	0,29	0,04	66,02	0,98	12,63	0,24	1,93
0,08	0,016	0,32	0,05	67,23	1,05	16,33	0,25	1,94
0,09	0,018	0,34	0,05	68,23	1,12	20,22	0,26	1,93
0,10	0,021	0,36	0,06	69,13	1,18	24,49	0,27	1,91
0,12	0,025	0,40	0,06	70,10	1,24	31,37	0,28	1,82
0,14	0,029	0,44	0,07	70,70	1,29	37,62	0,28	1,70

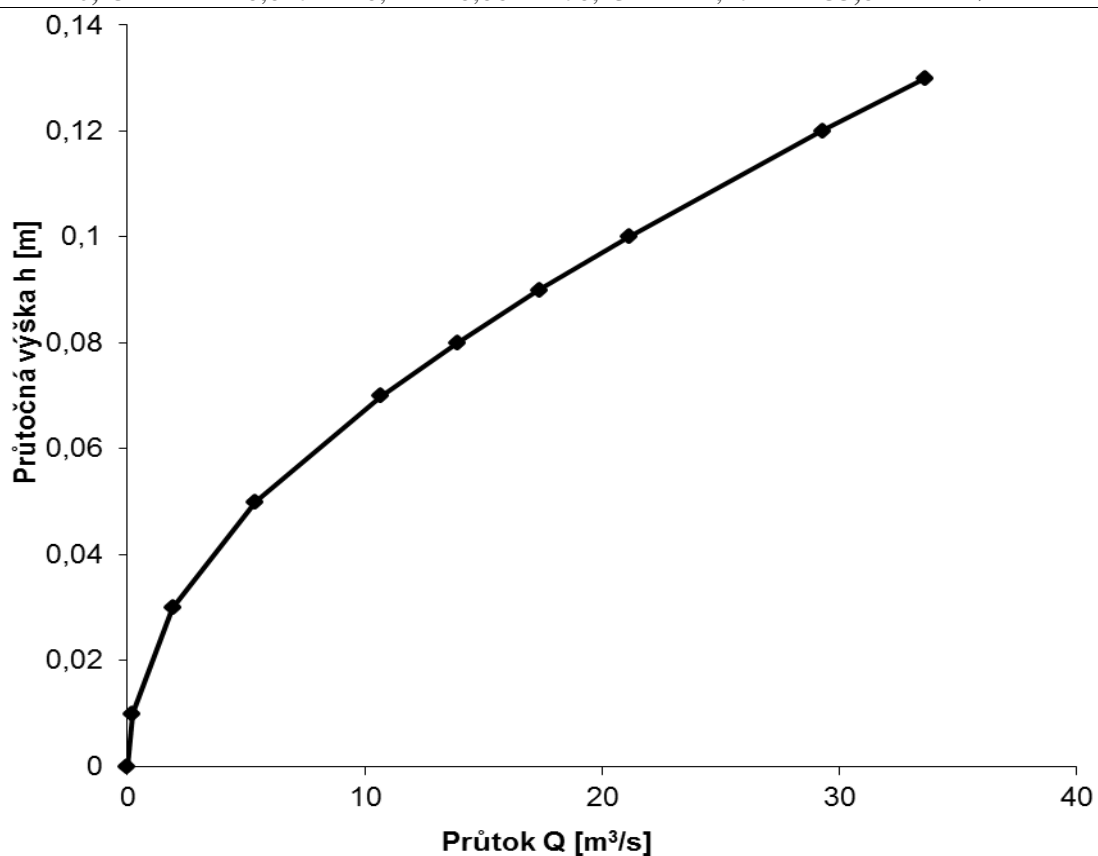


Graf 5.22 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 260 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 5,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.20 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	48,39	0,28	0,20	0,10	1,23
0,03	0,003	0,18	0,02	57,33	0,56	1,89	0,17	1,62
0,05	0,007	0,24	0,03	61,97	0,76	5,40	0,20	1,78
0,07	0,012	0,28	0,04	65,13	0,93	10,66	0,23	1,85
0,08	0,014	0,31	0,05	66,38	1,00	13,91	0,24	1,85
0,09	0,016	0,33	0,05	67,41	1,06	17,35	0,25	1,84
0,10	0,019	0,35	0,05	68,32	1,12	21,12	0,25	1,82
0,12	0,024	0,39	0,06	69,82	1,22	29,27	0,26	1,74
0,13	0,027	0,41	0,06	70,43	1,27	33,62	0,26	1,69

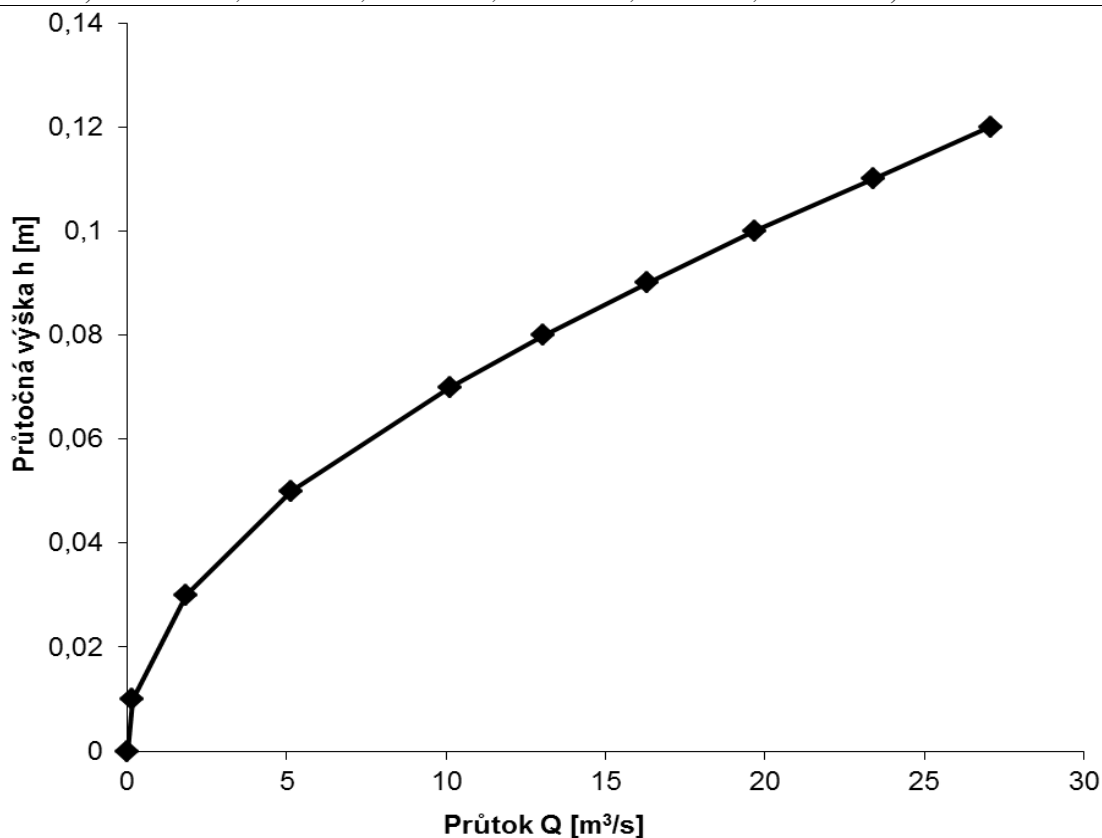


Graf 5.23 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 240 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 5,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.21 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	47,48	0,26	0,16	0,10	1,17
0,03	0,003	0,17	0,02	57,41	0,56	1,85	0,16	1,61
0,05	0,007	0,23	0,03	61,90	0,76	5,15	0,19	1,76
0,07	0,011	0,27	0,04	65,03	0,92	10,14	0,22	1,80
0,08	0,013	0,30	0,04	66,19	0,99	13,06	0,23	1,80
0,09	0,016	0,32	0,05	67,21	1,05	16,31	0,23	1,78
0,10	0,018	0,34	0,05	68,07	1,11	19,70	0,24	1,74
0,11	0,020	0,36	0,06	68,85	1,16	23,40	0,24	1,70
0,12	0,023	0,38	0,06	69,43	1,20	27,07	0,24	1,63

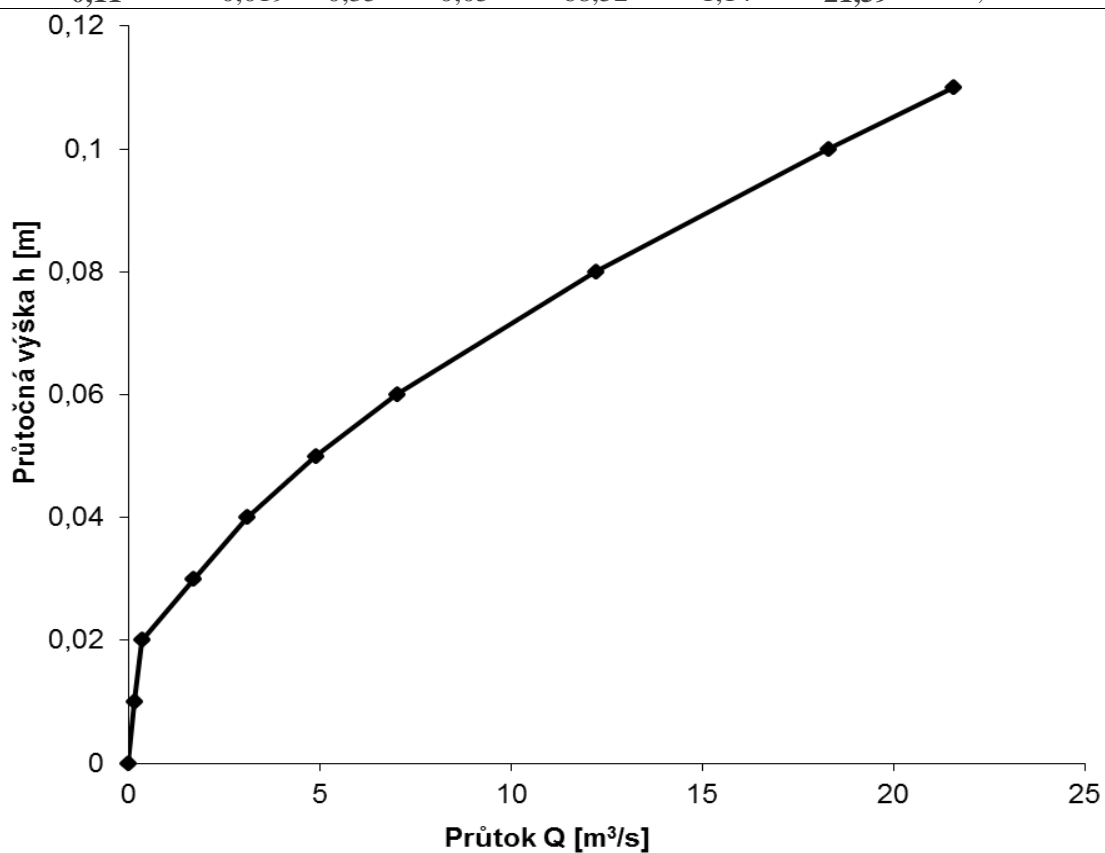


Graf 5.24 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 220 mm
Souč. Drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 5,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.22 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	47,81	0,27	0,16	0,09	1,19
0,02	0,001	0,13	0,01	49,86	0,32	0,35	0,13	1,25
0,03	0,003	0,17	0,02	57,21	0,55	1,71	0,15	1,59
0,04	0,005	0,19	0,02	59,78	0,66	3,09	0,17	1,67
0,05	0,007	0,22	0,03	61,84	0,75	4,90	0,18	1,73
0,06	0,008	0,24	0,03	63,47	0,84	7,03	0,20	1,75
0,08	0,013	0,28	0,04	65,99	0,98	12,22	0,21	1,73
0,10	0,017	0,33	0,05	67,80	1,09	18,30	0,22	1,66
0,11	0,019	0,35	0,05	68,52	1,14	21,59	0,22	1,60

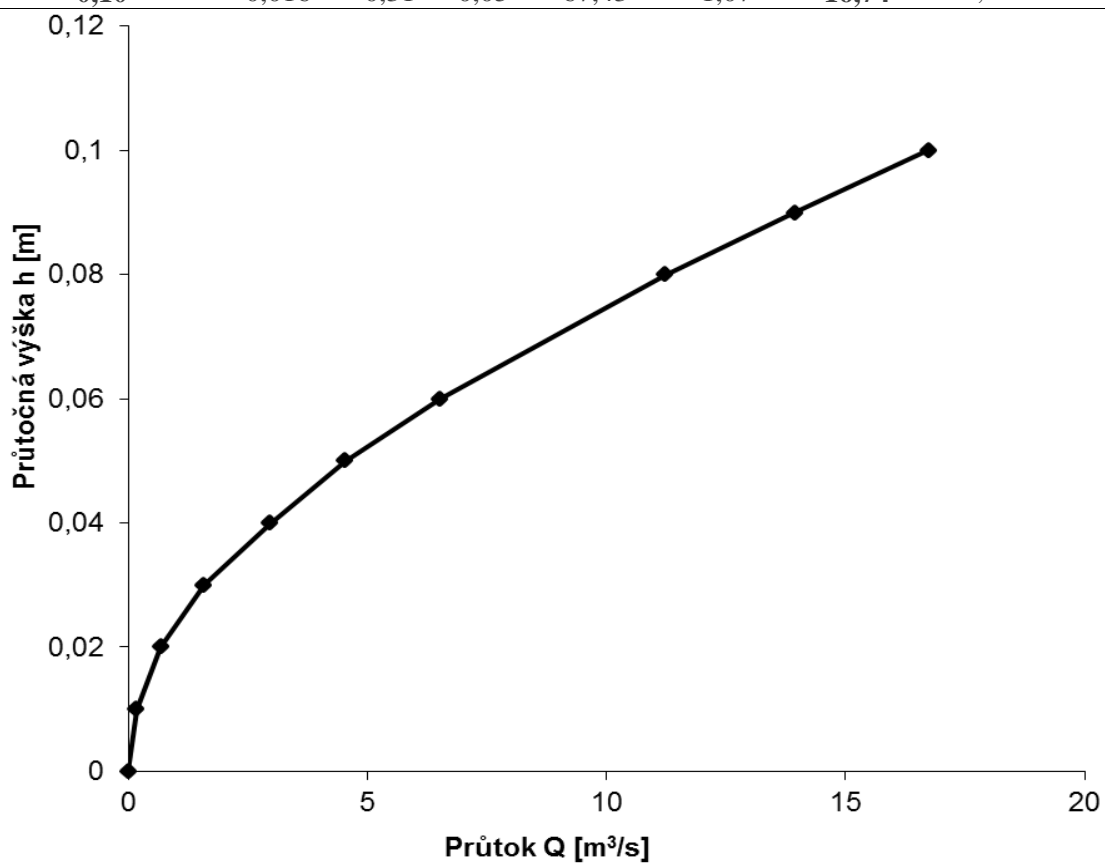


Graf 5.25 Závislosť prietoku na prietocnej výške

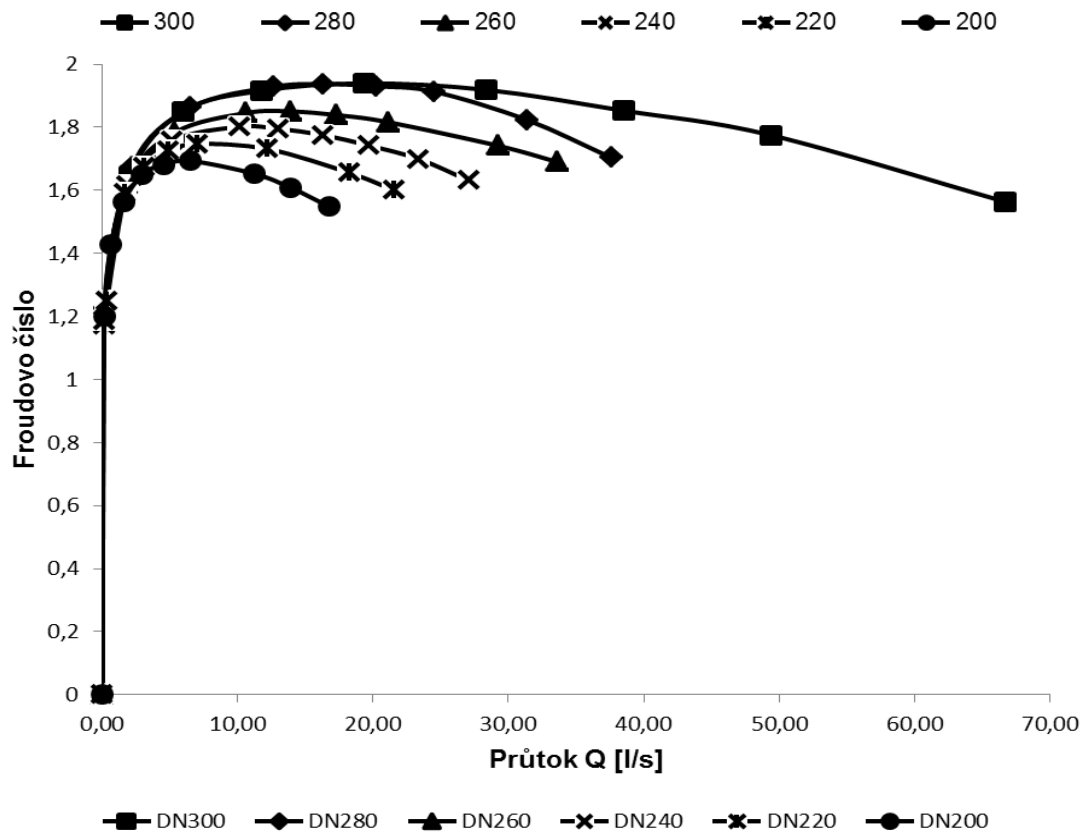
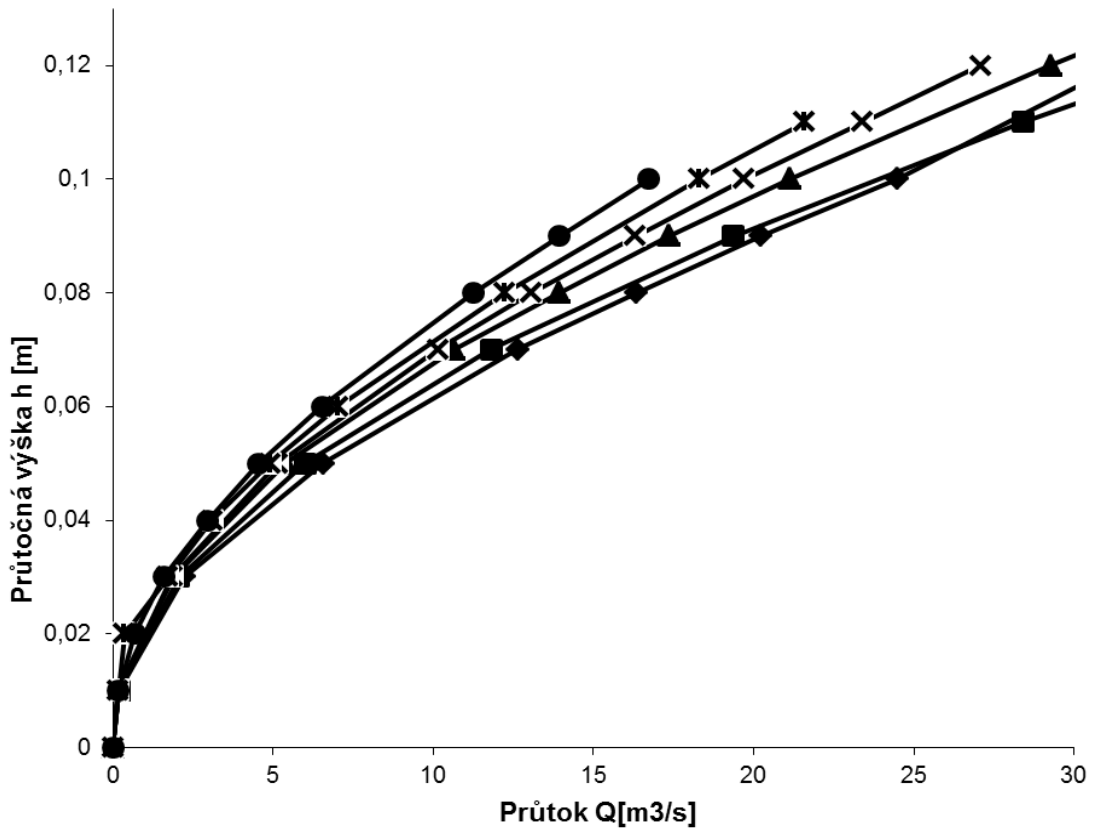
Vnitřní průměr
potrubí 200 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 5,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.23 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	48,20	0,28	0,17	0,09	1,20
0,02	0,002	0,13	0,01	53,48	0,42	0,67	0,12	1,43
0,03	0,003	0,16	0,02	57,01	0,54	1,58	0,14	1,56
0,04	0,005	0,19	0,02	59,79	0,66	2,96	0,16	1,65
0,05	0,006	0,21	0,03	61,63	0,74	4,54	0,17	1,68
0,06	0,008	0,23	0,03	63,27	0,83	6,52	0,18	1,69
0,08	0,012	0,27	0,04	65,70	0,96	11,24	0,20	1,65
0,09	0,014	0,29	0,05	66,65	1,02	13,94	0,20	1,61
0,10	0,016	0,31	0,05	67,43	1,07	16,74	0,20	1,55



Graf 5.26 Závislosť prietoku na prietocnej výške



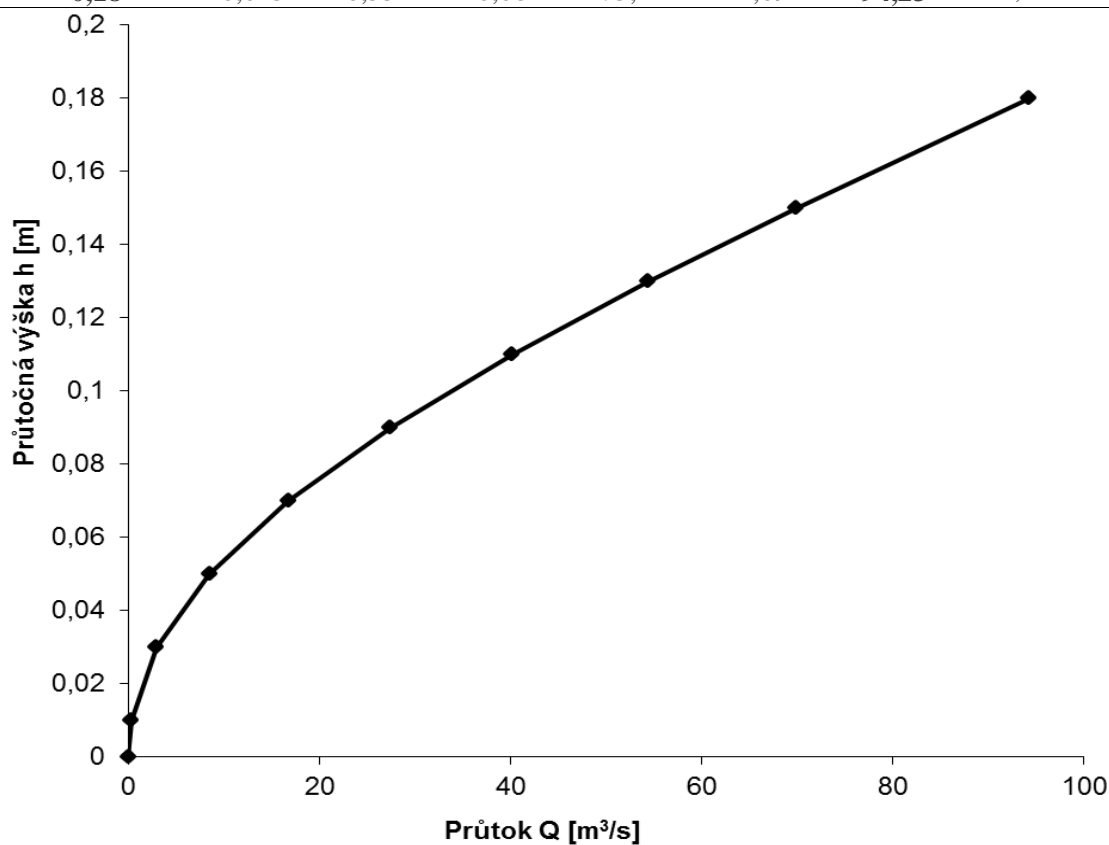
Graf 5.27 Závislosť prútočky na prietocnej výške Froudovom čísle

Sklon žľabu 10,0 ‰

Vnitřní průměr potrubí		300 mm
Souč. drsnosti	n	0,009
Podélný sklon	l	10,00 [‰]
Coriolisovo č.	α	1,05

Tab. 5.24 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,08	0,39	0,28	0,11	2,41
0,03	0,004	0,19	0,02	57,42	0,79	2,92	0,18	3,29
0,05	0,008	0,25	0,03	62,27	1,10	8,48	0,22	3,70
0,07	0,013	0,30	0,04	65,38	1,33	16,69	0,25	3,83
0,09	0,018	0,35	0,05	67,75	1,54	27,39	0,27	3,88
0,11	0,023	0,39	0,06	69,59	1,71	40,16	0,29	3,84
0,13	0,029	0,43	0,07	71,01	1,85	54,41	0,30	3,71
0,15	0,035	0,47	0,08	72,16	1,98	69,86	0,30	3,55
0,18	0,045	0,55	0,08	73,21	2,09	94,23	0,30	3,13

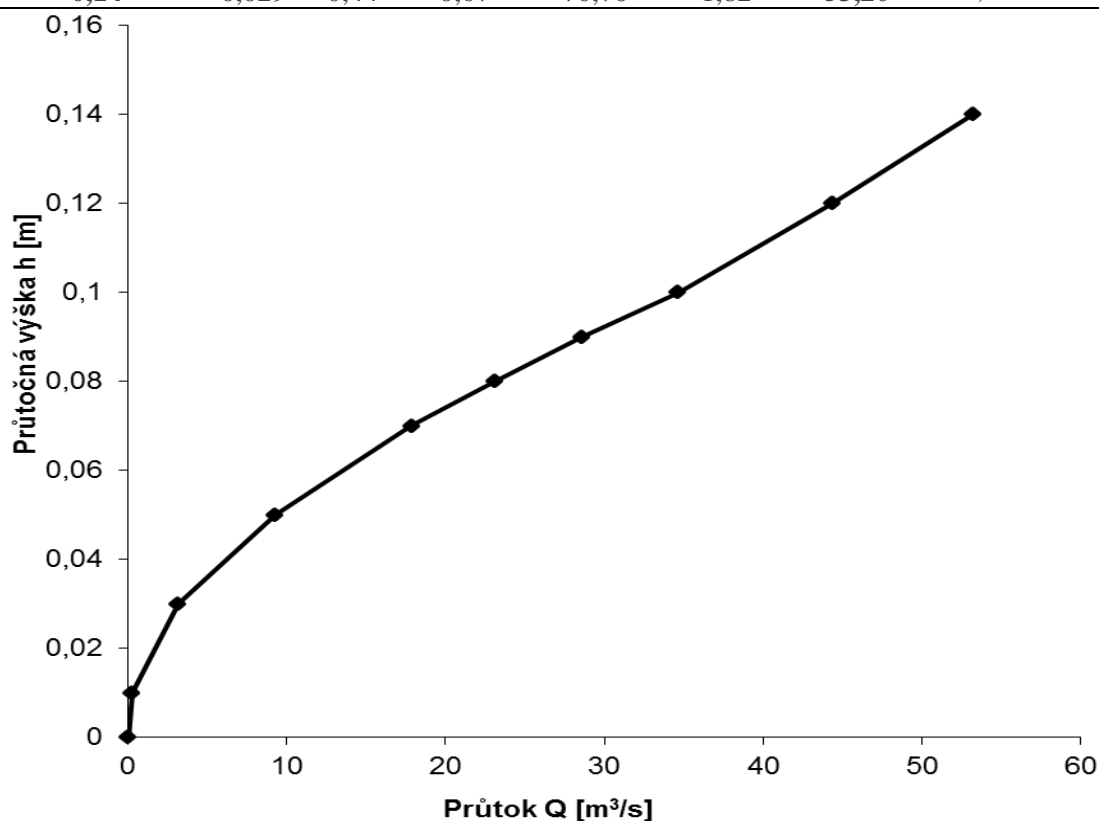


Graf 5.28 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 280 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 10,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.25 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,10	0,39	0,27	0,10	2,42
0,03	0,004	0,19	0,02	58,06	0,83	3,15	0,17	3,35
0,05	0,008	0,24	0,03	62,98	1,15	9,29	0,21	3,73
0,07	0,013	0,29	0,04	66,02	1,38	17,86	0,24	3,86
0,08	0,016	0,32	0,05	67,23	1,49	23,09	0,25	3,87
0,09	0,018	0,34	0,05	68,23	1,58	28,60	0,26	3,86
0,10	0,021	0,36	0,06	69,13	1,66	34,63	0,27	3,83
0,12	0,025	0,40	0,06	70,10	1,76	44,36	0,28	3,65
0,14	0,029	0,44	0,07	70,70	1,82	53,20	0,28	3,41

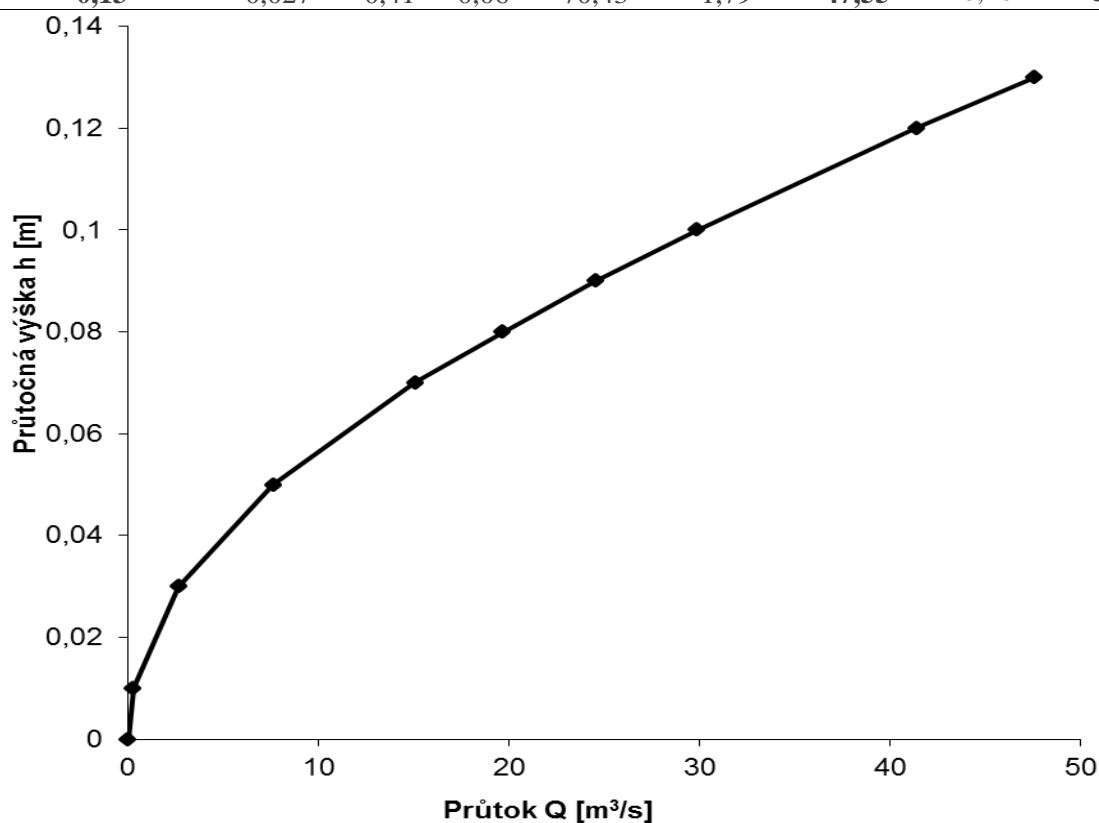


Graf 5.29 Závislosť prietoku na prietočnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 260 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 10,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.26 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	48,39	0,40	0,28	0,10	2,46
0,03	0,003	0,18	0,02	57,33	0,79	2,68	0,17	3,24
0,05	0,007	0,24	0,03	61,97	1,07	7,63	0,20	3,57
0,07	0,012	0,28	0,04	65,13	1,31	15,08	0,23	3,69
0,08	0,014	0,31	0,05	66,38	1,42	19,68	0,24	3,70
0,09	0,016	0,33	0,05	67,41	1,50	24,53	0,25	3,68
0,10	0,019	0,35	0,05	68,32	1,59	29,86	0,25	3,63
0,12	0,024	0,39	0,06	69,82	1,73	41,40	0,26	3,48
0,13	0,027	0,41	0,06	70,43	1,79	47,55	0,26	3,38

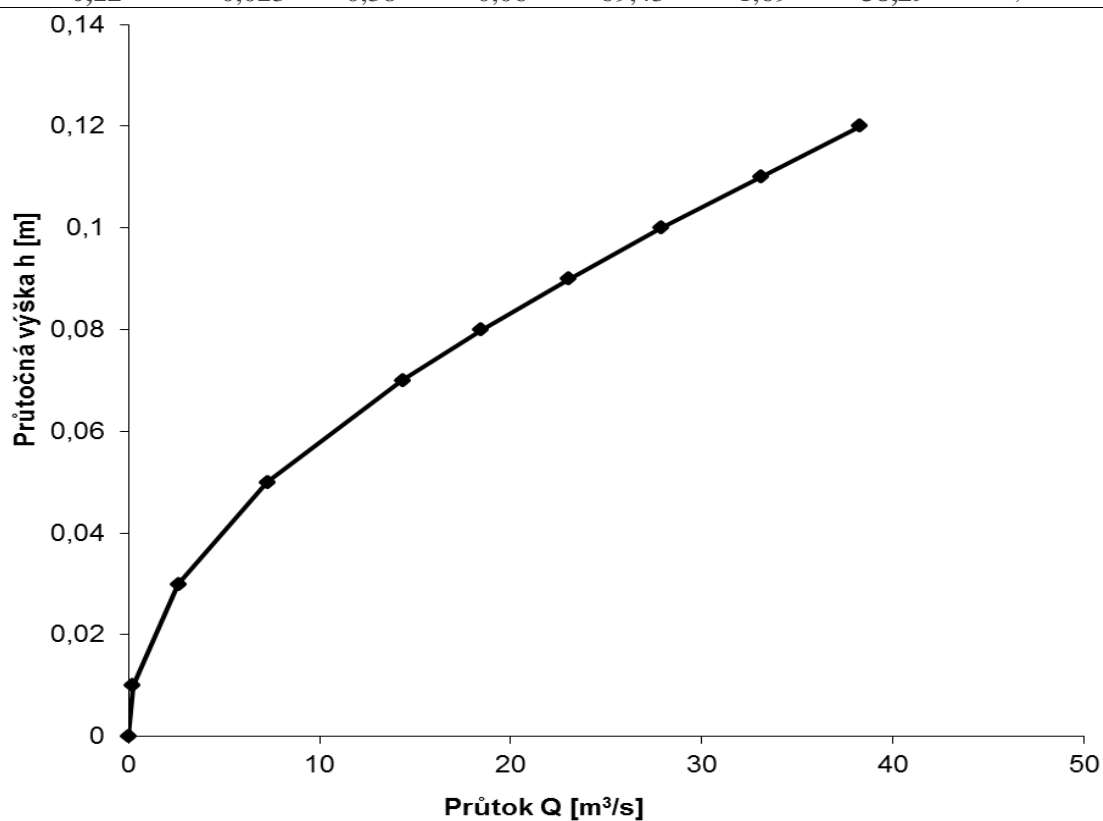


Graf 5.30 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 240 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 10,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.27 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	47,48	0,37	0,22	0,10	2,35
0,03	0,003	0,17	0,02	57,41	0,79	2,61	0,16	3,23
0,05	0,007	0,23	0,03	61,90	1,07	7,28	0,19	3,51
0,07	0,011	0,27	0,04	65,03	1,30	14,34	0,22	3,60
0,08	0,013	0,30	0,04	66,19	1,40	18,47	0,23	3,59
0,09	0,016	0,32	0,05	67,21	1,49	23,06	0,23	3,55
0,10	0,018	0,34	0,05	68,07	1,57	27,86	0,24	3,48
0,11	0,020	0,36	0,06	68,85	1,64	33,09	0,24	3,40
0,12	0,023	0,38	0,06	69,43	1,69	38,29	0,24	3,26

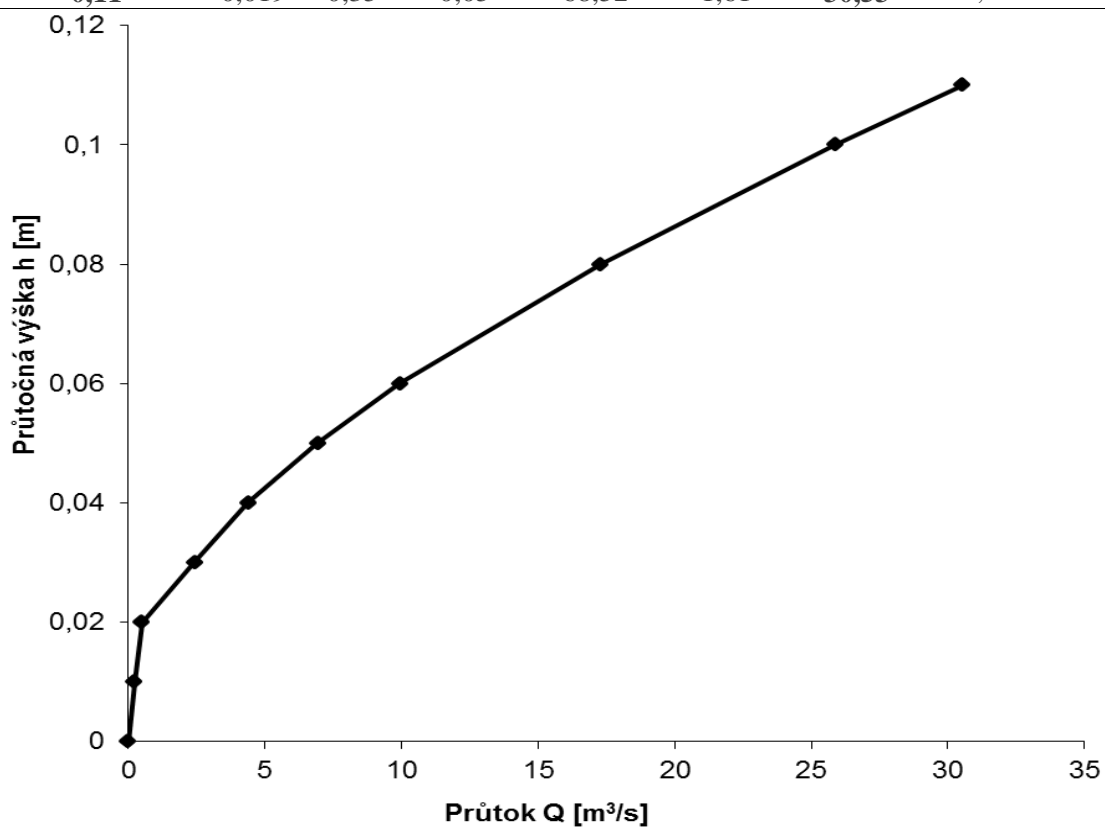


Graf 5.31 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 220 mm
Souč. Drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 10,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.28 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	47,81	0,38	0,23	0,09	2,37
0,02	0,001	0,13	0,01	49,86	0,45	0,50	0,13	2,50
0,03	0,003	0,17	0,02	57,21	0,78	2,42	0,15	3,18
0,04	0,005	0,19	0,02	59,78	0,93	4,38	0,17	3,35
0,05	0,007	0,22	0,03	61,84	1,07	6,93	0,18	3,45
0,06	0,008	0,24	0,03	63,47	1,18	9,94	0,20	3,50
0,08	0,013	0,28	0,04	65,99	1,38	17,28	0,21	3,46
0,10	0,017	0,33	0,05	67,80	1,54	25,88	0,22	3,31
0,11	0,019	0,35	0,05	68,52	1,61	30,53	0,22	3,20

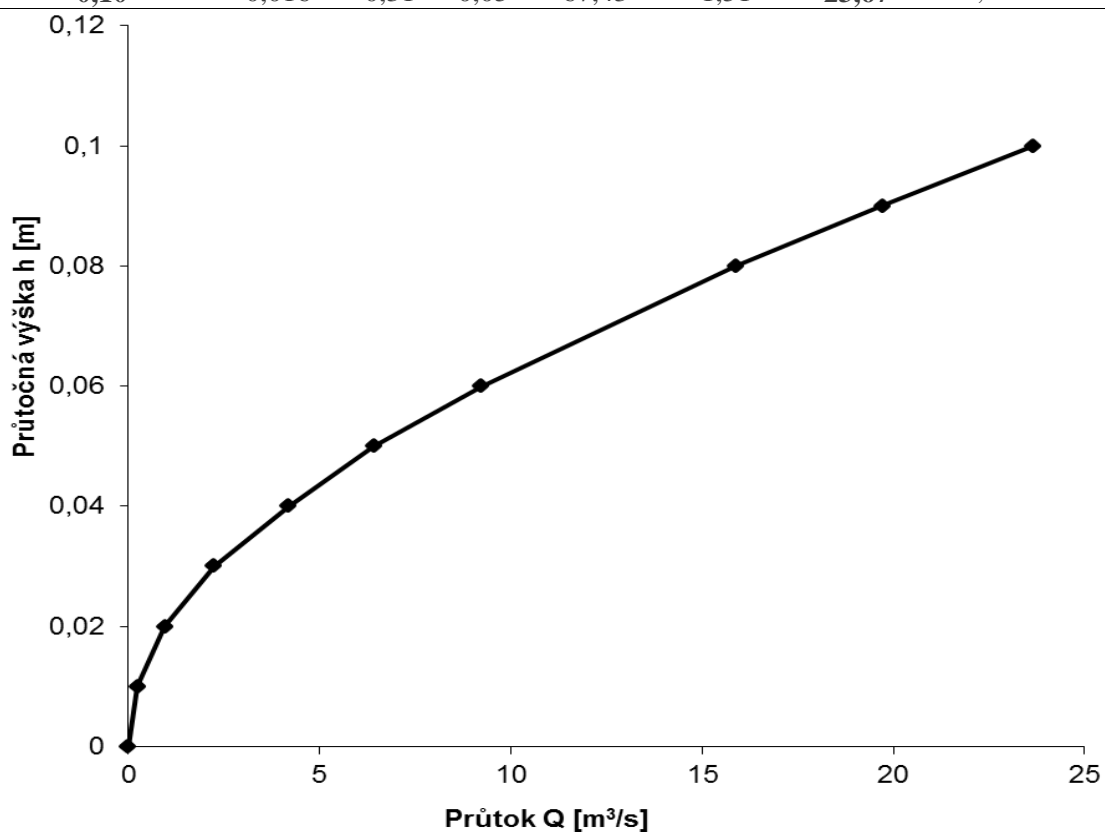


Graf 5.32 Závislosť prietoku na prietocnej výške

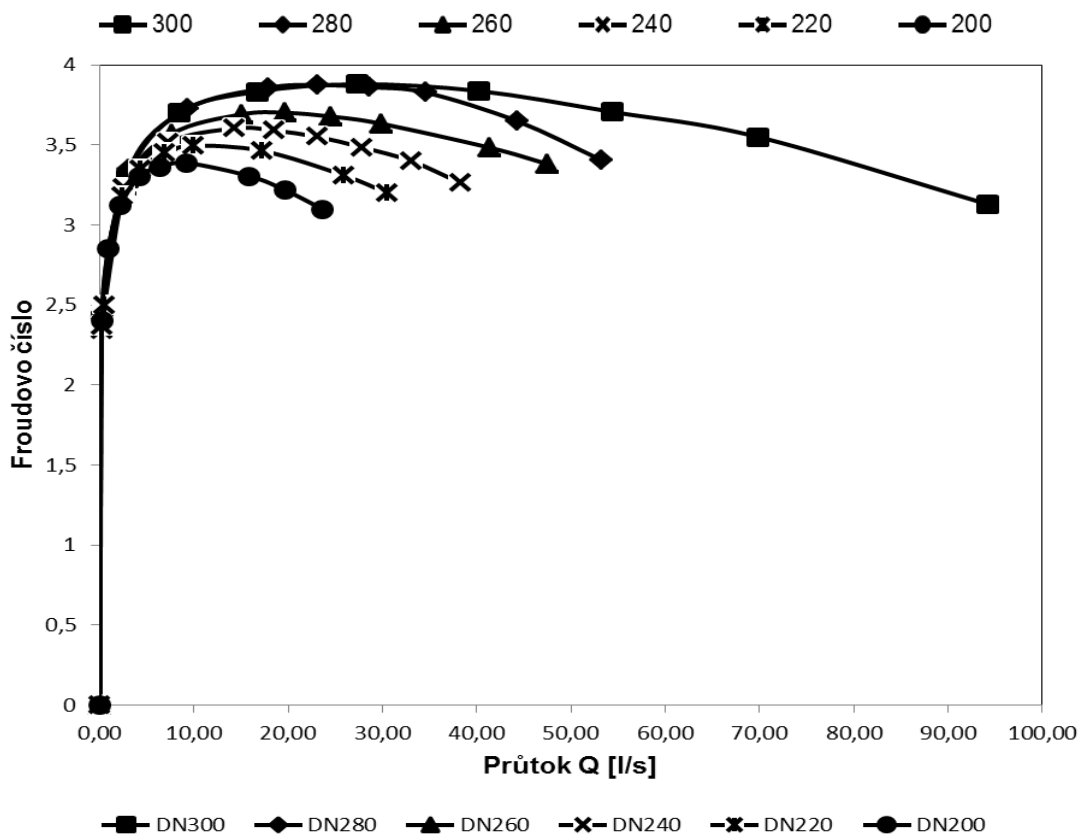
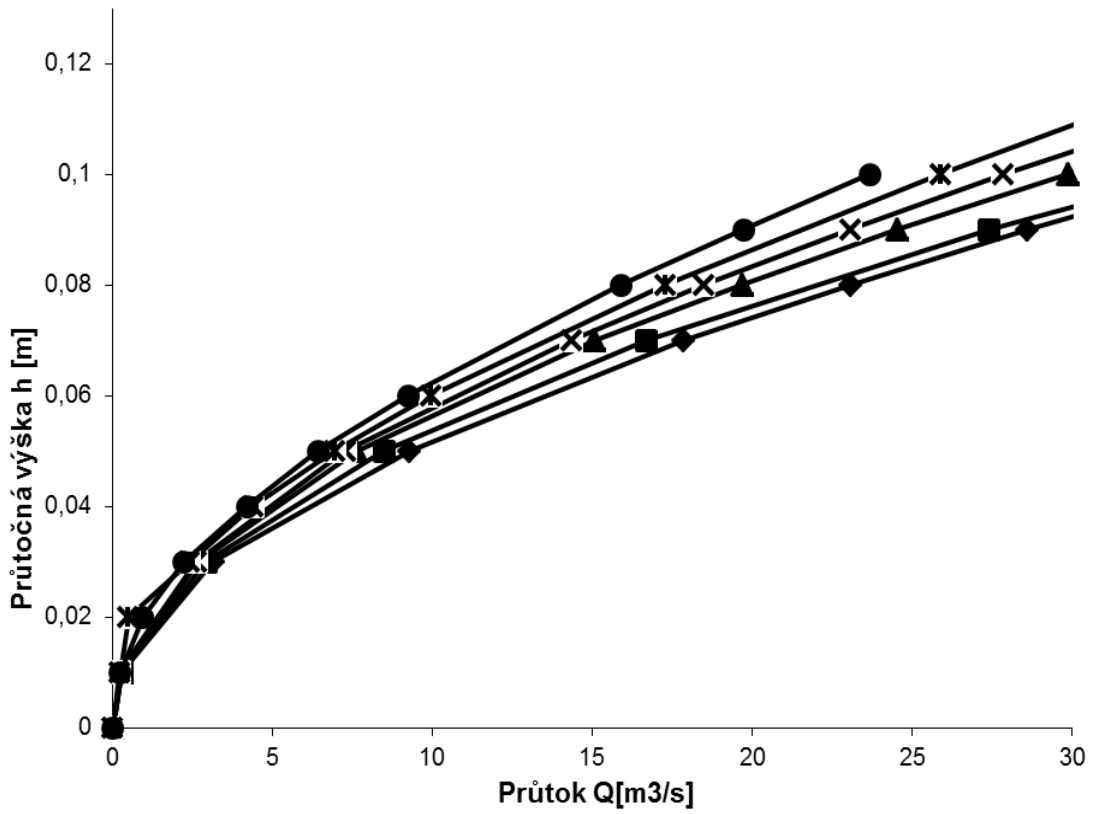
Vnitřní průměr
potrubí 200 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 10,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.29 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	48,20	0,39	0,24	0,09	2,40
0,02	0,002	0,13	0,01	53,48	0,60	0,95	0,12	2,85
0,03	0,003	0,16	0,02	57,01	0,77	2,23	0,14	3,12
0,04	0,005	0,19	0,02	59,79	0,93	4,19	0,16	3,30
0,05	0,006	0,21	0,03	61,63	1,05	6,42	0,17	3,36
0,06	0,008	0,23	0,03	63,27	1,17	9,23	0,18	3,39
0,08	0,012	0,27	0,04	65,70	1,36	15,89	0,20	3,31
0,09	0,014	0,29	0,05	66,65	1,44	19,71	0,20	3,22
0,10	0,016	0,31	0,05	67,43	1,51	23,67	0,20	3,10



Graf 5.33 Závislosť prietoku na prietocnej výške



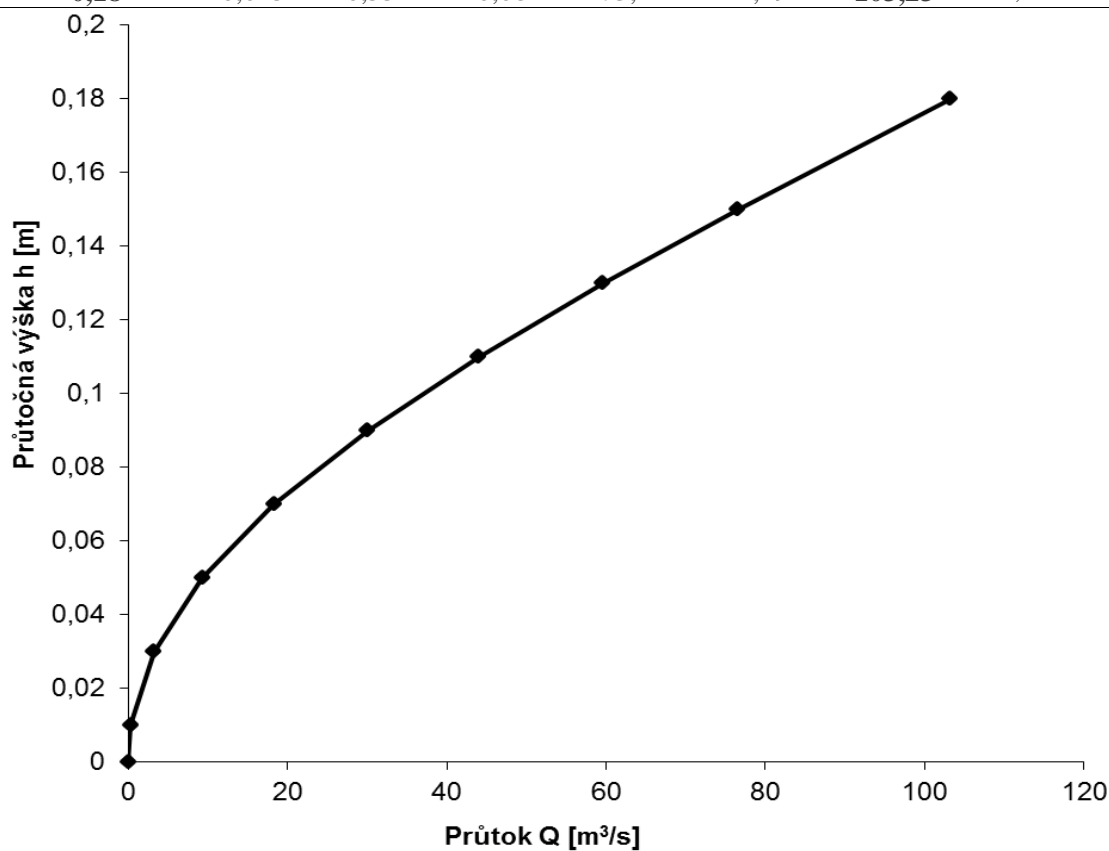
Graf 5.34 Závislosť prietoku na prietočnej výške Froudovom čísle

Sklon žľabu 12,0 ‰

Vnitřní průměr potrubí		300 mm
Souč. drsnosti	n	0,009
Podélný sklon	l	12,00 ‰
Coriolisovo č.	α	1,05

Tab. 5.30 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,08	0,43	0,31	0,11	2,89
0,03	0,004	0,19	0,02	57,42	0,87	3,19	0,18	3,95
0,05	0,008	0,25	0,03	62,27	1,20	9,29	0,22	4,44
0,07	0,013	0,30	0,04	65,38	1,46	18,29	0,25	4,60
0,09	0,018	0,35	0,05	67,75	1,68	30,01	0,27	4,66
0,11	0,023	0,39	0,06	69,59	1,87	43,99	0,29	4,61
0,13	0,029	0,43	0,07	71,01	2,03	59,61	0,30	4,45
0,15	0,035	0,47	0,08	72,16	2,17	76,53	0,30	4,26
0,18	0,045	0,55	0,08	73,21	2,29	103,23	0,30	3,75

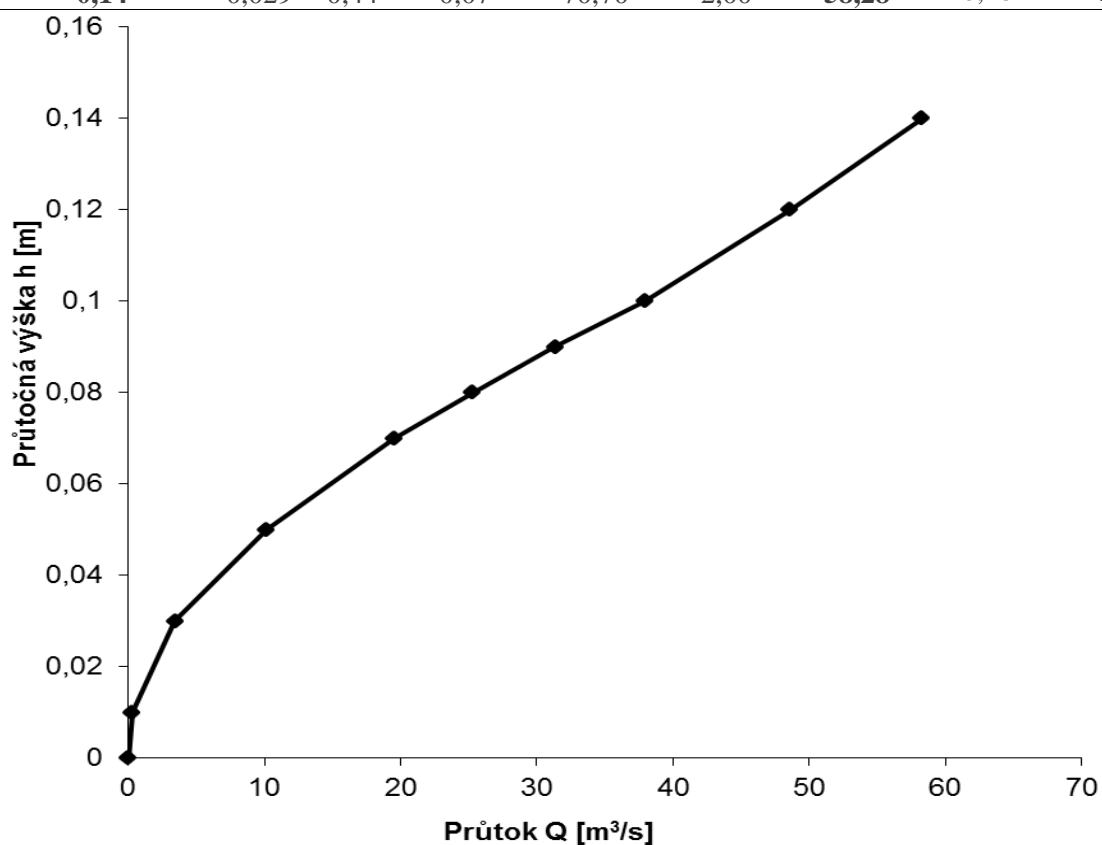


Graf 5.35 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 280 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 12,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.31 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,10	0,43	0,30	0,10	2,90
0,03	0,004	0,19	0,02	58,06	0,91	3,45	0,17	4,02
0,05	0,008	0,24	0,03	62,98	1,26	10,18	0,21	4,47
0,07	0,013	0,29	0,04	66,02	1,52	19,57	0,24	4,63
0,08	0,016	0,32	0,05	67,23	1,63	25,29	0,25	4,65
0,09	0,018	0,34	0,05	68,23	1,73	31,33	0,26	4,63
0,10	0,021	0,36	0,06	69,13	1,82	37,94	0,27	4,59
0,12	0,025	0,40	0,06	70,10	1,93	48,60	0,28	4,38
0,14	0,029	0,44	0,07	70,70	2,00	58,28	0,28	4,09

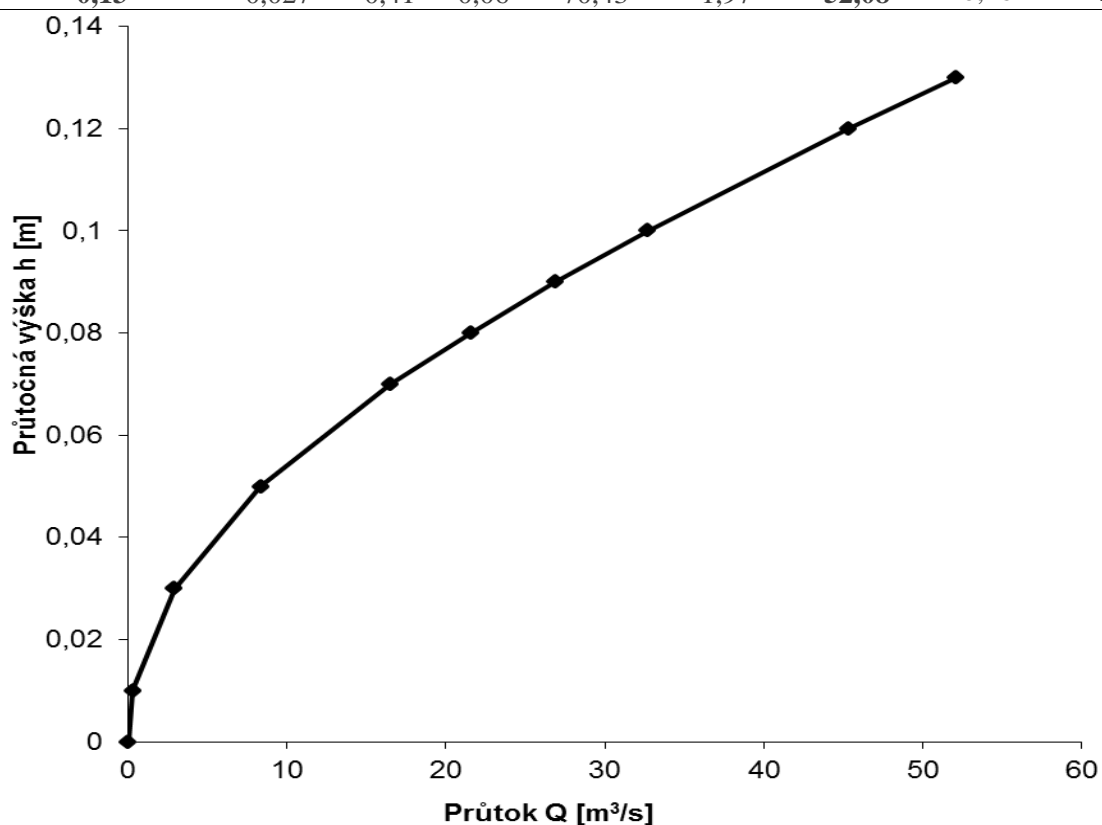


Graf 5.36 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 260 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 12,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.32 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	48,39	0,44	0,31	0,10	2,95
0,03	0,003	0,18	0,02	57,33	0,86	2,93	0,17	3,89
0,05	0,007	0,24	0,03	61,97	1,18	8,36	0,20	4,28
0,07	0,012	0,28	0,04	65,13	1,44	16,52	0,23	4,43
0,08	0,014	0,31	0,05	66,38	1,55	21,55	0,24	4,44
0,09	0,016	0,33	0,05	67,41	1,65	26,87	0,25	4,41
0,10	0,019	0,35	0,05	68,32	1,74	32,71	0,25	4,36
0,12	0,024	0,39	0,06	69,82	1,90	45,35	0,26	4,18
0,13	0,027	0,41	0,06	70,43	1,97	52,08	0,26	4,06

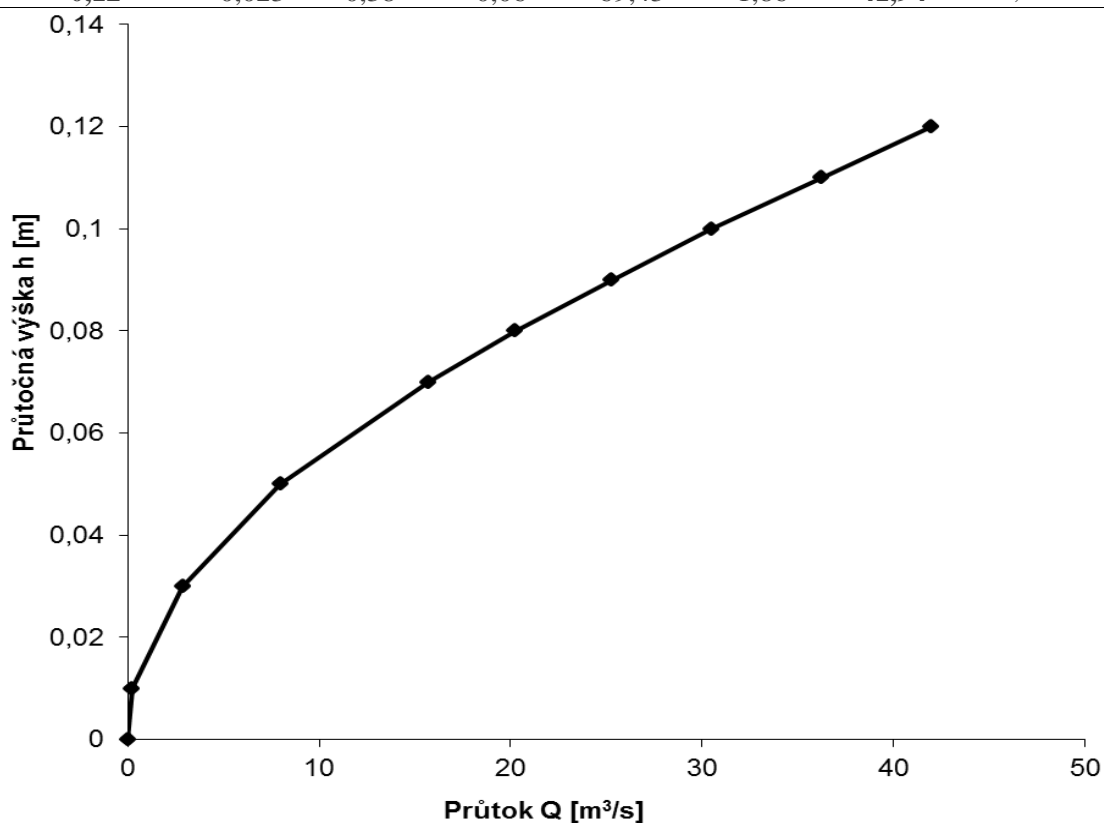


Graf 5.37 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 240 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 12,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.33 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	47,48	0,41	0,24	0,10	2,82
0,03	0,003	0,17	0,02	57,41	0,87	2,86	0,16	3,87
0,05	0,007	0,23	0,03	61,90	1,17	7,97	0,19	4,22
0,07	0,011	0,27	0,04	65,03	1,43	15,71	0,22	4,32
0,08	0,013	0,30	0,04	66,19	1,53	20,23	0,23	4,31
0,09	0,016	0,32	0,05	67,21	1,63	25,26	0,23	4,26
0,10	0,018	0,34	0,05	68,07	1,71	30,52	0,24	4,18
0,11	0,020	0,36	0,06	68,85	1,79	36,24	0,24	4,08
0,12	0,023	0,38	0,06	69,43	1,86	41,94	0,24	3,91

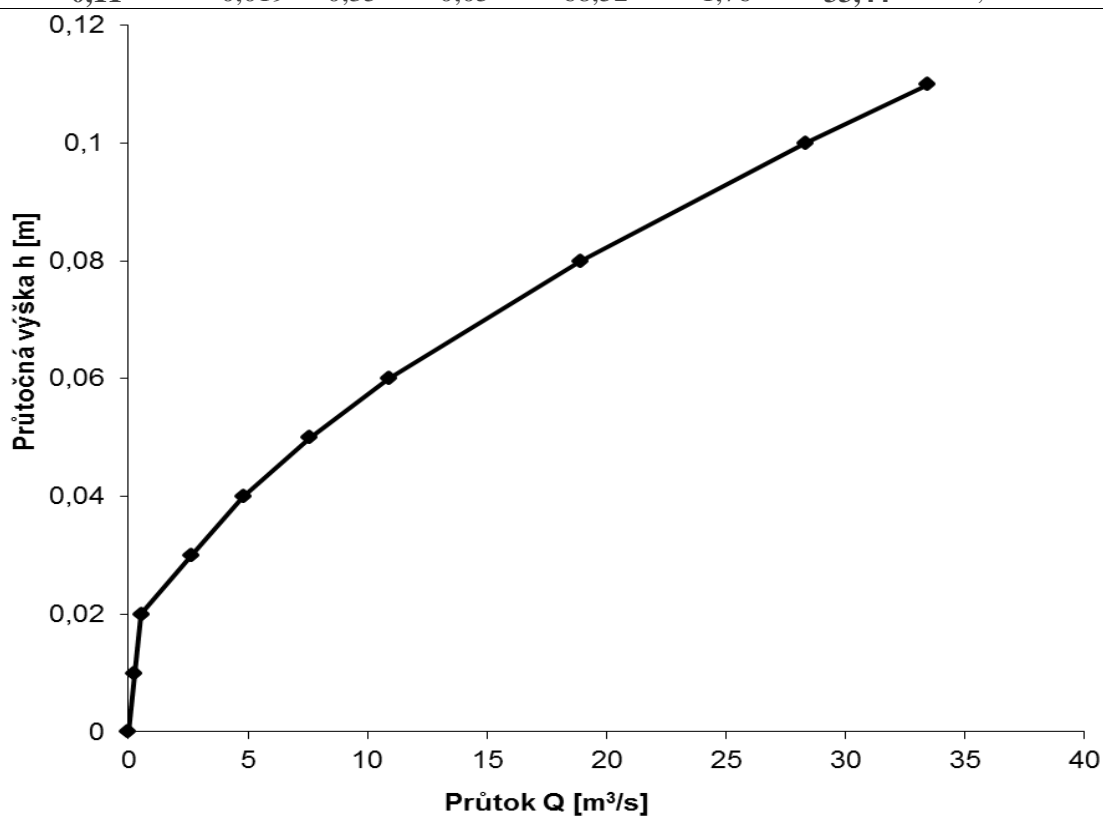


Graf 5.38 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 220 mm
Souč. Drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 12,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.34 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	47,81	0,42	0,25	0,09	2,85
0,02	0,001	0,13	0,01	49,86	0,49	0,54	0,13	3,00
0,03	0,003	0,17	0,02	57,21	0,86	2,65	0,15	3,81
0,04	0,005	0,19	0,02	59,78	1,02	4,79	0,17	4,02
0,05	0,007	0,22	0,03	61,84	1,17	7,59	0,18	4,14
0,06	0,008	0,24	0,03	63,47	1,30	10,89	0,20	4,19
0,08	0,013	0,28	0,04	65,99	1,51	18,93	0,21	4,16
0,10	0,017	0,33	0,05	67,80	1,69	28,35	0,22	3,97
0,11	0,019	0,35	0,05	68,52	1,76	33,44	0,22	3,84

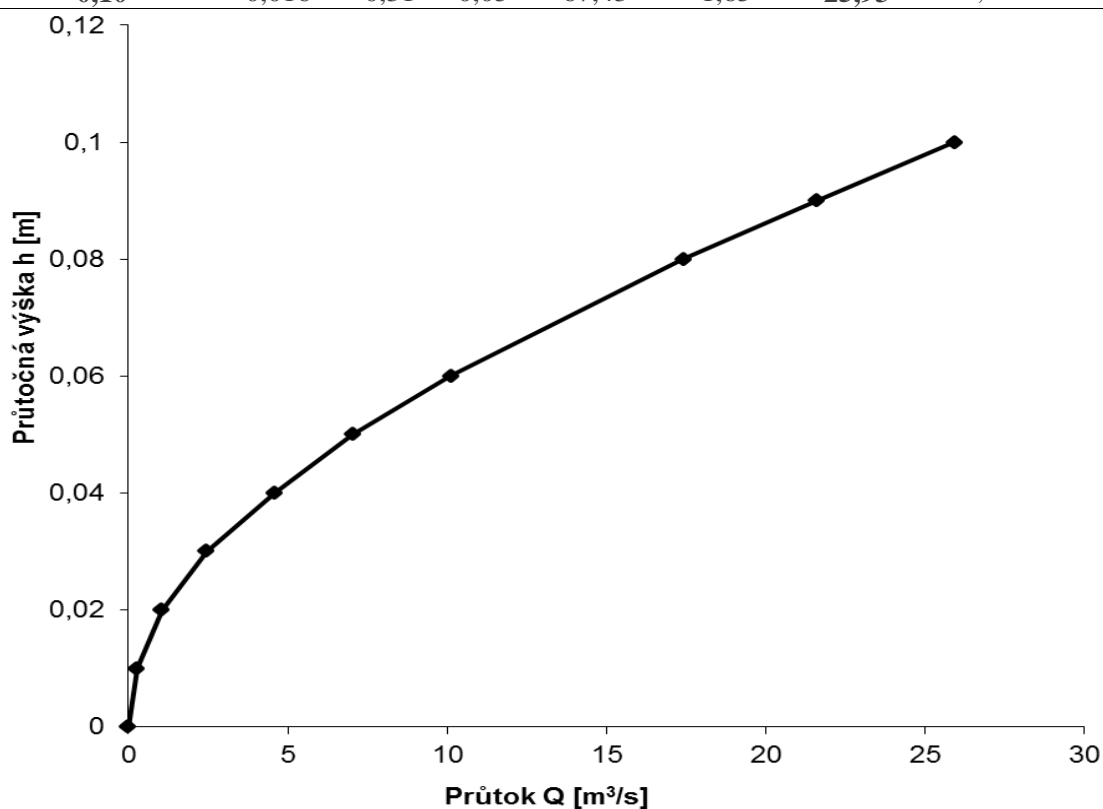


Graf 5.39 Závislosť prietoku na prietocnej výške

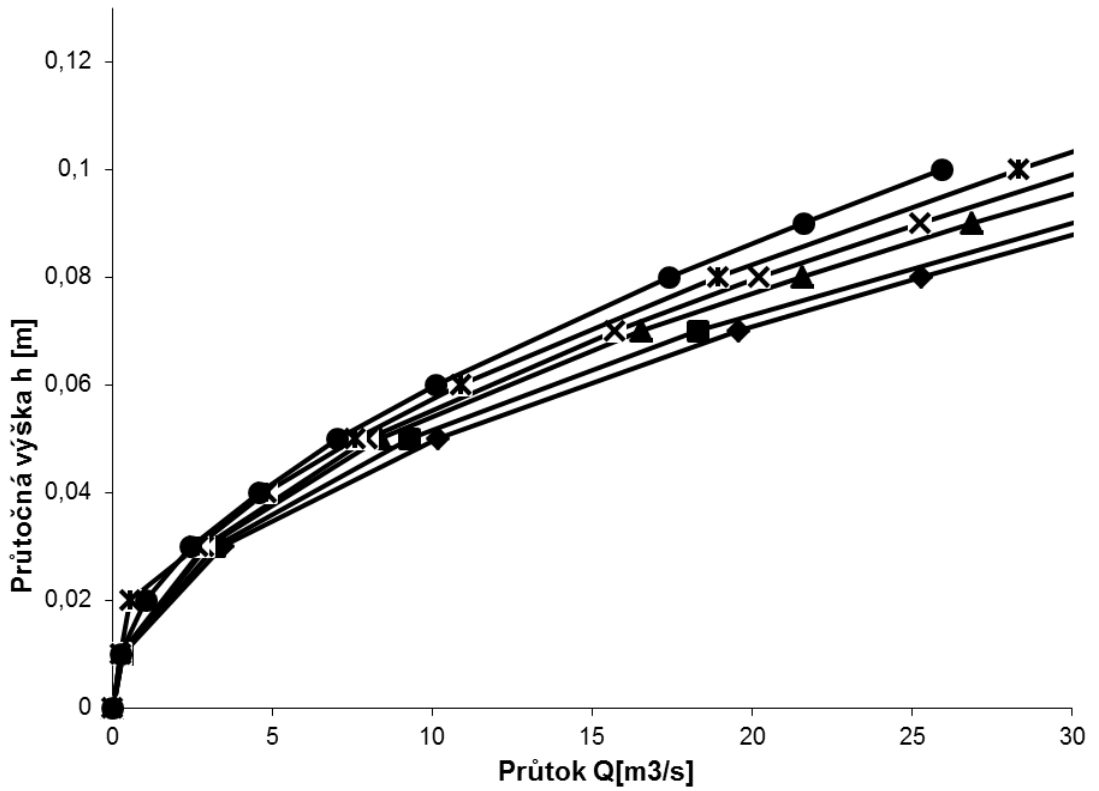
Vnitřní průměr
potrubí 200 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 12,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.35 Stanovenie prietoku

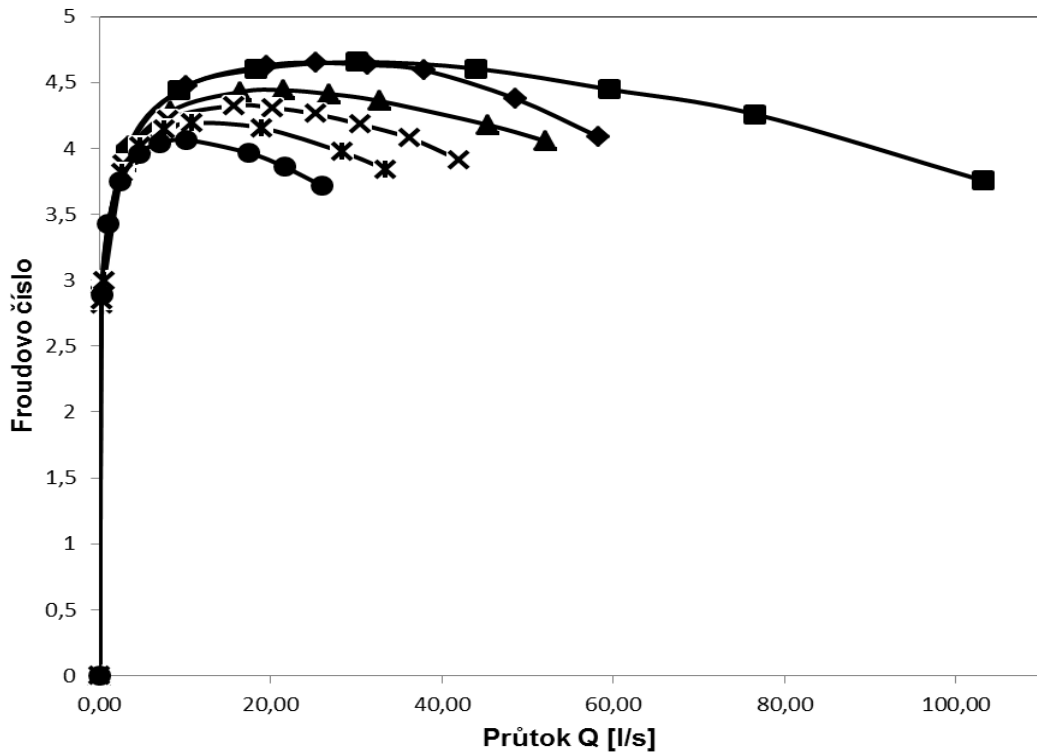
h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	48,20	0,43	0,26	0,09	2,88
0,02	0,002	0,13	0,01	53,48	0,65	1,05	0,12	3,43
0,03	0,003	0,16	0,02	57,01	0,84	2,45	0,14	3,75
0,04	0,005	0,19	0,02	59,79	1,02	4,59	0,16	3,96
0,05	0,006	0,21	0,03	61,63	1,15	7,03	0,17	4,04
0,06	0,008	0,23	0,03	63,27	1,28	10,11	0,18	4,07
0,08	0,012	0,27	0,04	65,70	1,49	17,41	0,20	3,97
0,09	0,014	0,29	0,05	66,65	1,58	21,59	0,20	3,86
0,10	0,016	0,31	0,05	67,43	1,65	25,93	0,20	3,72



Graf 5.40 Závislost' prietoku na prietocnej výške



■ 300 ◆ 280 ▲ 260 × 240 × 220 ● 200



■ DN300 ◆ DN280 ▲ DN260 × DN240 × DN220 ● DN200

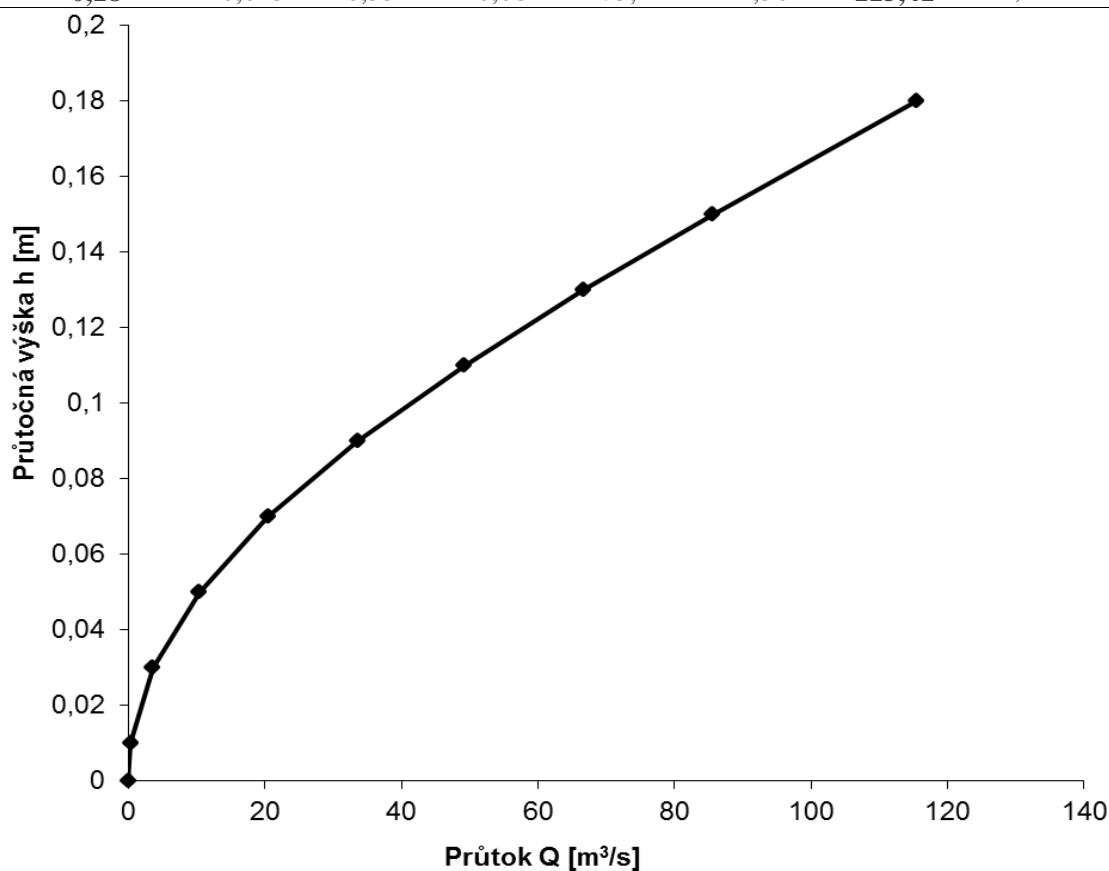
Graf 5.41 Závislosť prietoku na prietočnej výške Froudovom čísle

Sklon žľabu 15,0 ‰

Vnitřní průměr potrubí		300 mm
Souč. drsnosti	n	0,009
Podélný sklon	l	15,00 [‰]
Coriolisovo č.	α	1,05

Tab. 5.36 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,08	0,48	0,34	0,11	3,61
0,03	0,004	0,19	0,02	57,42	0,97	3,57	0,18	4,94
0,05	0,008	0,25	0,03	62,27	1,34	10,39	0,22	5,55
0,07	0,013	0,30	0,04	65,38	1,63	20,45	0,25	5,75
0,09	0,018	0,35	0,05	67,75	1,88	33,55	0,27	5,82
0,11	0,023	0,39	0,06	69,59	2,09	49,19	0,29	5,76
0,13	0,029	0,43	0,07	71,01	2,27	66,64	0,30	5,56
0,15	0,035	0,47	0,08	72,16	2,42	85,56	0,30	5,32
0,18	0,045	0,55	0,08	73,21	2,56	115,41	0,30	4,69

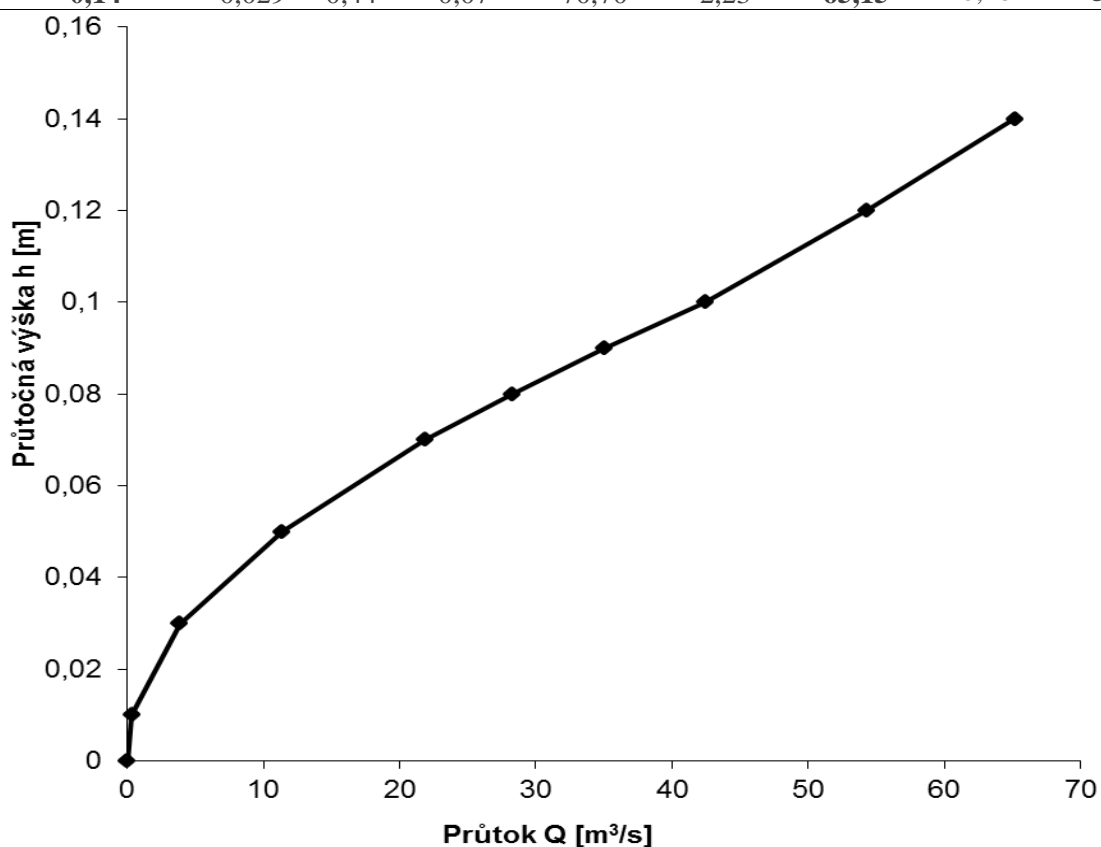


Graf 5.42 Závislosť prietoku na prietočnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 280 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 15,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.37 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,11	0,01	48,10	0,48	0,33	0,10	3,63
0,03	0,004	0,19	0,02	58,06	1,01	3,85	0,17	5,02
0,05	0,008	0,24	0,03	62,98	1,40	11,38	0,21	5,59
0,07	0,013	0,29	0,04	66,02	1,70	21,88	0,24	5,79
0,08	0,016	0,32	0,05	67,23	1,82	28,28	0,25	5,81
0,09	0,018	0,34	0,05	68,23	1,94	35,03	0,26	5,79
0,10	0,021	0,36	0,06	69,13	2,04	42,41	0,27	5,74
0,12	0,025	0,40	0,06	70,10	2,16	54,33	0,28	5,47
0,14	0,029	0,44	0,07	70,70	2,23	65,15	0,28	5,11

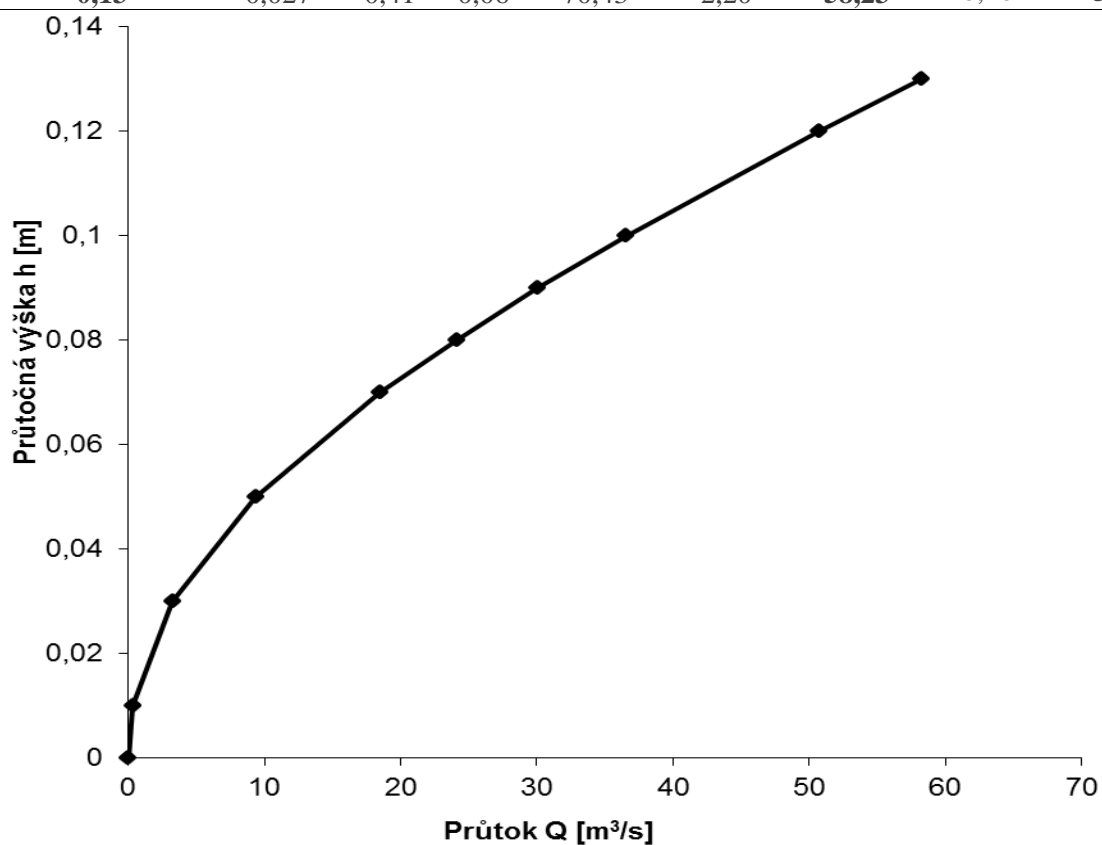


Graf 5.43 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 260 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 15,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.38 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	48,39	0,49	0,34	0,10	3,69
0,03	0,003	0,18	0,02	57,33	0,96	3,28	0,17	4,86
0,05	0,007	0,24	0,03	61,97	1,32	9,35	0,20	5,35
0,07	0,012	0,28	0,04	65,13	1,61	18,47	0,23	5,54
0,08	0,014	0,31	0,05	66,38	1,73	24,10	0,24	5,55
0,09	0,016	0,33	0,05	67,41	1,84	30,04	0,25	5,52
0,10	0,019	0,35	0,05	68,32	1,95	36,57	0,25	5,45
0,12	0,024	0,39	0,06	69,82	2,12	50,70	0,26	5,22
0,13	0,027	0,41	0,06	70,43	2,20	58,23	0,26	5,07

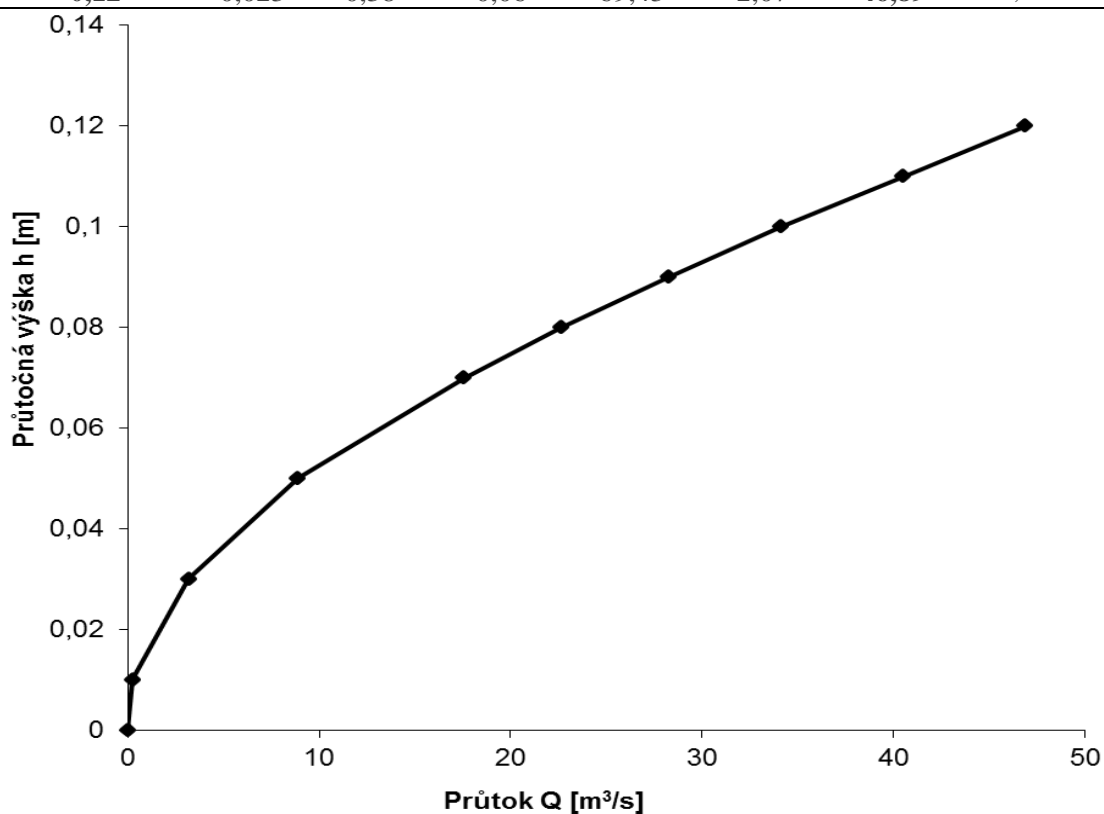


Graf 5.44 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 240 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 15,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.39 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,10	0,01	47,48	0,45	0,27	0,10	3,52
0,03	0,003	0,17	0,02	57,41	0,97	3,20	0,16	4,84
0,05	0,007	0,23	0,03	61,90	1,31	8,91	0,19	5,27
0,07	0,011	0,27	0,04	65,03	1,60	17,56	0,22	5,41
0,08	0,013	0,30	0,04	66,19	1,71	22,62	0,23	5,39
0,09	0,016	0,32	0,05	67,21	1,82	28,25	0,23	5,33
0,10	0,018	0,34	0,05	68,07	1,92	34,12	0,24	5,23
0,11	0,020	0,36	0,06	68,85	2,01	40,52	0,24	5,10
0,12	0,023	0,38	0,06	69,43	2,07	46,89	0,24	4,89

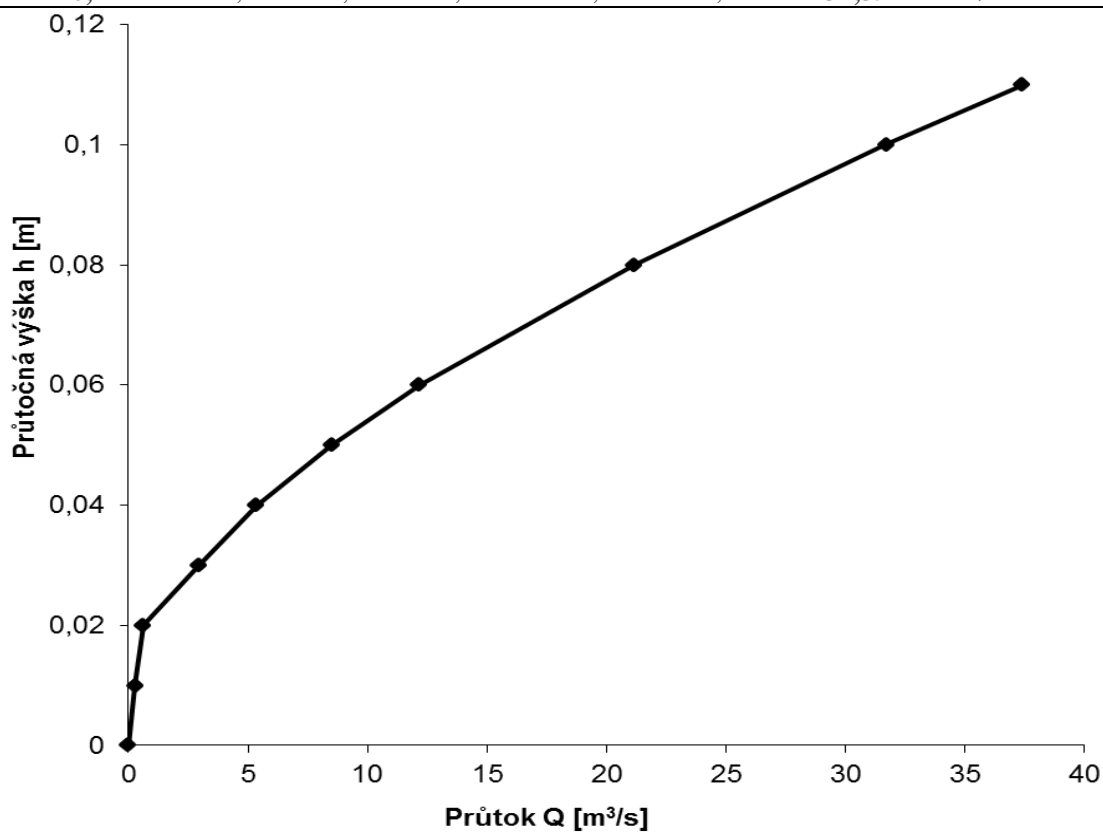


Graf 5.45 Závislosť prietoku na prietocnej výške

Vnitřní průměr
potrubí 220 mm
Souč. Drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 15,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.40 Stanovenie prietoku

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	47,81	0,47	0,28	0,09	3,56
0,02	0,001	0,13	0,01	49,86	0,55	0,61	0,13	3,75
0,03	0,003	0,17	0,02	57,21	0,96	2,96	0,15	4,77
0,04	0,005	0,19	0,02	59,78	1,14	5,36	0,17	5,02
0,05	0,007	0,22	0,03	61,84	1,31	8,49	0,18	5,18
0,06	0,008	0,24	0,03	63,47	1,45	12,17	0,20	5,24
0,08	0,013	0,28	0,04	65,99	1,69	21,17	0,21	5,19
0,10	0,017	0,33	0,05	67,80	1,89	31,69	0,22	4,97
0,11	0,019	0,35	0,05	68,52	1,97	37,39	0,22	4,80

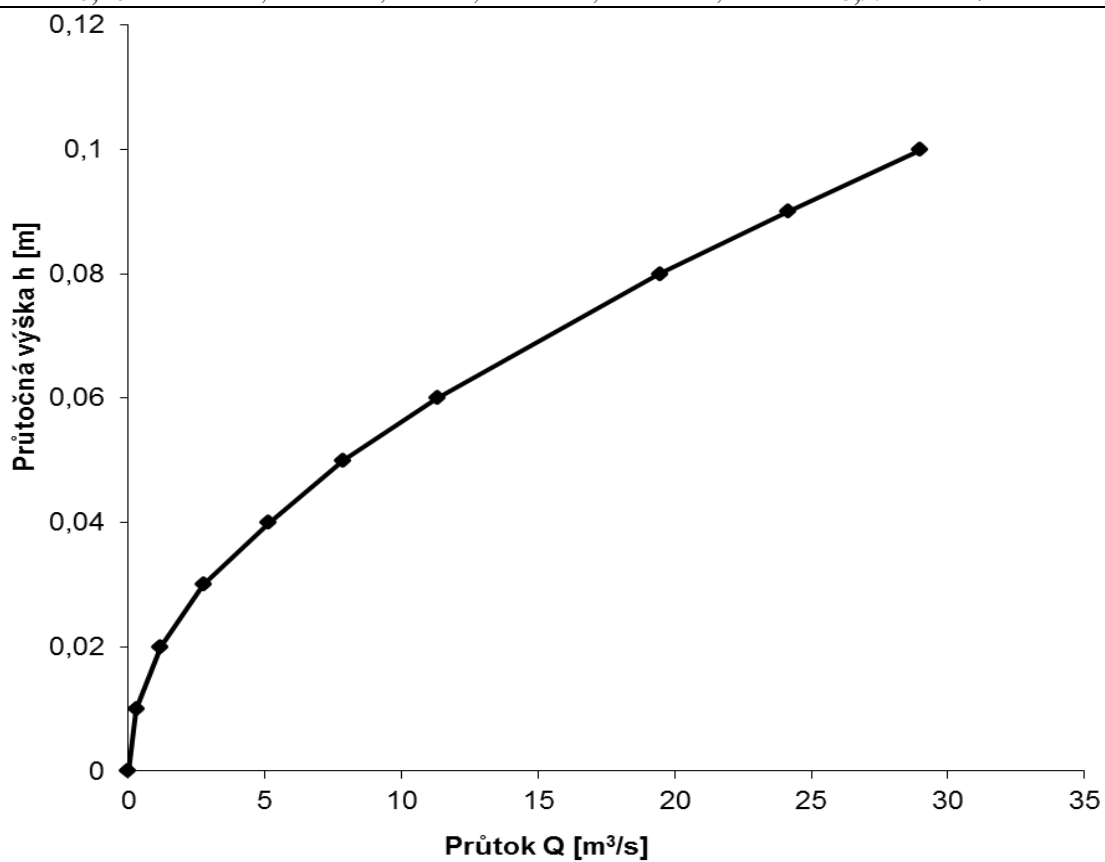


Graf 5.46 Závislosť prietoku na prietočnej výške

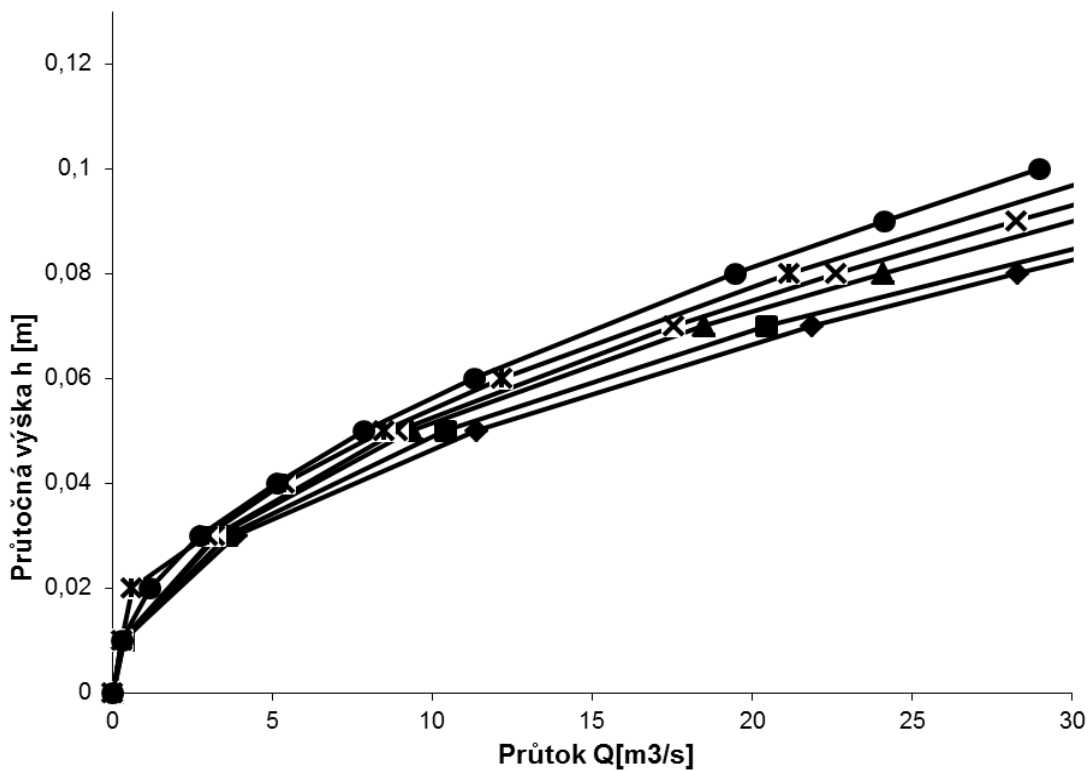
Vnitřní průměr
potrubí 200 mm
Souč. drsnosti n 0,009
Podélný sklon l 15,00 [‰]
Coriolisovo č. α 1,05

Tab. 5.41 Stanovenie prietoku

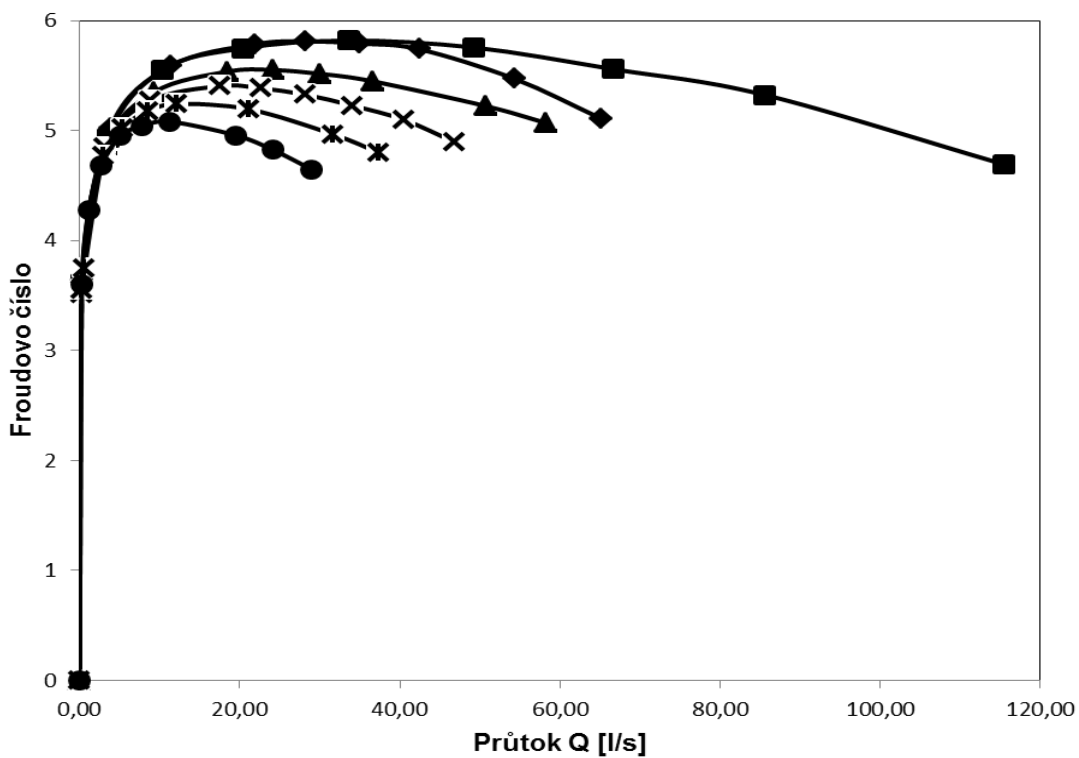
h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [l/s]	B [m]	Fr
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,001	0,09	0,01	48,20	0,48	0,29	0,09	3,61
0,02	0,002	0,13	0,01	53,48	0,73	1,17	0,12	4,28
0,03	0,003	0,16	0,02	57,01	0,94	2,73	0,14	4,69
0,04	0,005	0,19	0,02	59,79	1,14	5,13	0,16	4,95
0,05	0,006	0,21	0,03	61,63	1,29	7,86	0,17	5,04
0,06	0,008	0,23	0,03	63,27	1,43	11,30	0,18	5,08
0,08	0,012	0,27	0,04	65,70	1,66	19,46	0,20	4,96
0,09	0,014	0,29	0,05	66,65	1,76	24,14	0,20	4,83
0,10	0,016	0,31	0,05	67,43	1,85	28,99	0,20	4,65



Graf 5.47 Závislosť prietoku na prietocnej výške



■ 300 ◆ 280 ▲ 260 × 240 × 220 ● 200



■ DN300 ◆ DN280 ▲ DN260 × DN240 × DN220 ● DN200

Graf 5.48 Závislosť prietoku na prietocnej výške Froudovom čísle

5.2 Priame meranie prietokov a sklonov na modely otvoreného žľabu

Pre overenie vypočítaných údajov sme urobili merania na vopred pripravenom modeli otvoreného žľabu, ktorý sme umiestnili do vyrobeného hydraulického okruhu. Tento okruh bol pôvodne určený na návrh lapáku piesku ale pre naše účely bol tiež vyhovujúci. Okruh je osadený štyrmi čerpadlami o celkovom výkone cca 18l/s. Namerané hodnoty sme spracovali do tab. 5.2.1 až 5.2.4 a graficky znázornili na grafe 5.2.1

Tab. 5.2.1 Stanovenie prietoku a hladiny

Výška na začátku	Výška na konci	Sklon žľabu	Objem V	Čas t	Prútok Q	Q _{pr}	Hladina 1	Hladina 2	Hladina 3	Hladina	Počet čerpadel
cm	cm	-	l	s	l/s	l/s	cm	cm	cm	cm	
			0	0	0	0	0	0	0	0,00	nulový prútok
			7,8	10	0,78	0,8	3,8	4,0	4,0	3,93	1 čerpadlo
			15	5	3,00	3,0	6,5	6,5	6,5	6,50	2 čerpadla
68,8	68,8	0,00	14,2	4	3,55	3,5	6,5	7,2	7,0	6,90	3 čerpadla
			14,1	4	3,53		6,5	7,2	7,0		3 čerpadla
			15	3	5,00		8,0	8,5	8,0		4 čerpadla
			15,2	3	5,07	5,0	8,0	8,5	8,0	8,17	4 čerpadla

Tab. 5.2.2 Stanovenie prietoku a hladiny

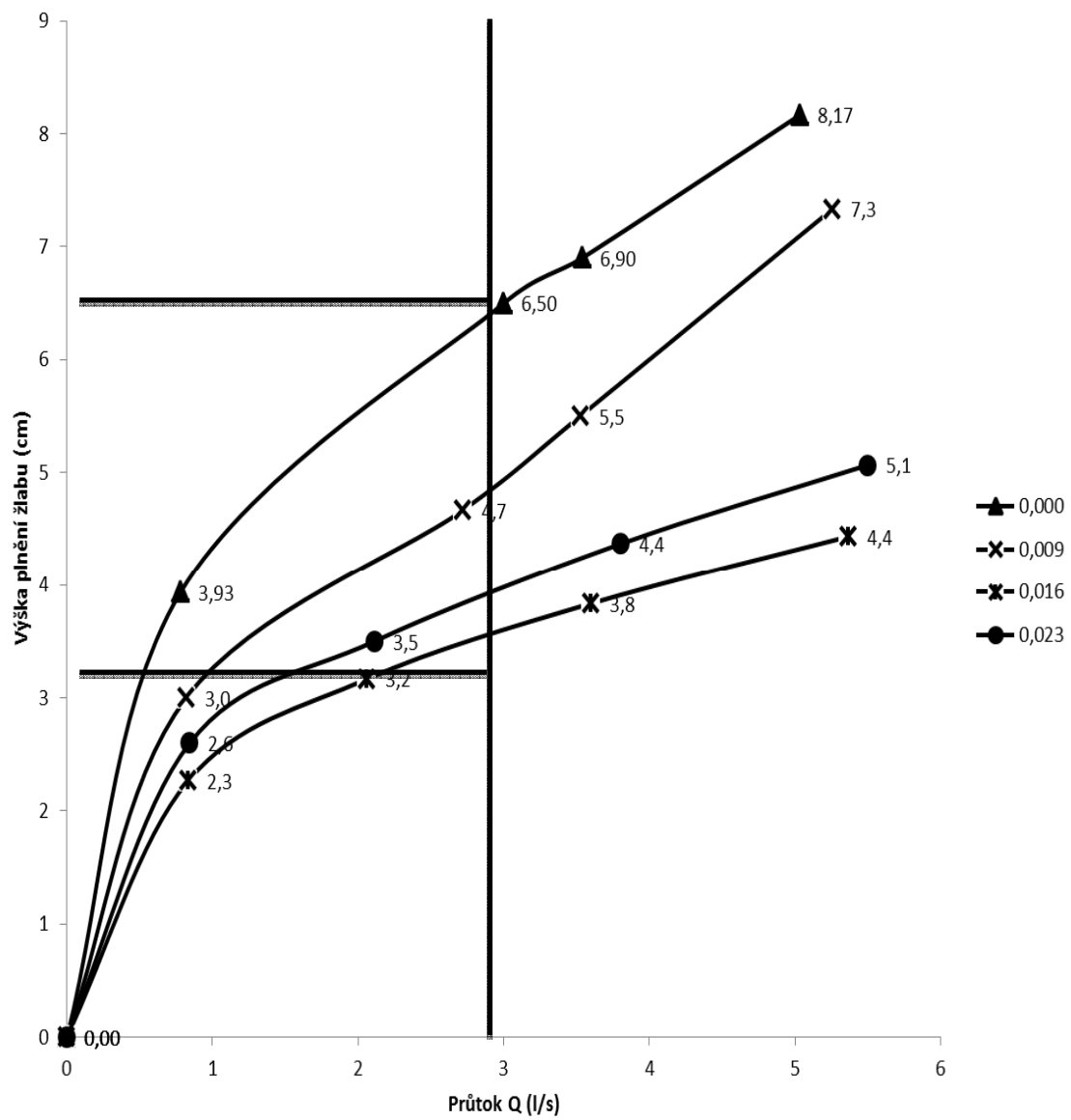
Výška na začátku	Výška na konci	Sklon žľabu	Objem V	Čas t	Prútok Q	Q _{pr}	Hladina 1	Hladina 2	Hladina 3	Hladina	Počet čerpadel
cm	cm	-	l	s	l/s	l/s	cm	cm	cm	cm	
			0	0	0	0	0	0	0	0,00	nulový prútok
			8,2	10	0,82	0,8	2,0	3,0	4,0	3,0	1 čerpadlo
			15,5	8	1,94	2,7	4,0	4,5	5,5	4,7	2 čerpadla
			14	4	3,50		4,0	4,5	5,5		3 čerpadla
68	69,3	0,009	14,1	4	3,53	3,5	5,0	5,5	6,0	5,5	3 čerpadla
			16,4	3	5,47		6,5	7,5	8,0		4 čerpadla
			15,4	3	5,13	5,3	6,5	7,5	8,0	7,3	4 čerpadla
			15,5	3	5,17		6,5	7,5	8,0		4 čerpadla

Tab. 5.2.3 Stanovenie prietoku a hladiny

Výška na začiatku	Výška na konci	Sklon žlabu	Objem V	Čas t	Prútok Q	Q _{pr}	Hladina 1	Hladina 2	Hladina 3	Hladina	Počet čerpadel
cm	cm	-	l	s	l/s	l/s	cm	cm	cm	cm	
66,75	69,15	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0,00	nulový prútok
			12,5	15	0,83	0,8	2,0	2,0	2,8	2,3	1 čerpadlo
			16,5	8	2,06	2,1	3,5	3,0	3,0	3,2	2 čerpadla
			15,5	4,5	3,44	3,6	4,0	3,5	4,0	3,8	3 čerpadla
			15	4	3,75		4,0	3,5	4,0	3,8	3 čerpadla
			16,1	3	5,37	5,4	4,0	4,3	5,0	4,4	4 čerpadla

Tab. 5.2.4 Stanovenie prietoku a hladiny

Výška na začiatku	Výška na konci	Sklon žlabu	Objem V	Čas t	Prútok Q	Q _{pr}	Hladina 1	Hladina 2	Hladina 3	Hladina	Počet čerpadel
cm	cm	-	l	s	l/s	l/s	cm	cm	cm	cm	
66,8	70,2	0,023	0	0	0	0	0	0	0	0,00	nulový prútok
			13,5	16	0,84	0,8	2,0	2,0	3,8	2,6	1 čerpadlo
			14,8	7	2,11	2,1	3,0	2,5	5,0	3,5	2 čerpadla
			15,2	4	3,80	3,8	3,0	3,5	6,6	4,4	3 čerpadla
			16,5	3	5,50	5,5	3,0	4,2	8,0	5,1	4 čerpadla



Graf 5.2.149 Závislost' prítoku na prietocnej výške na modely

6 Diskusia

V tejto bakalárskej práci sme sa zaoberali len jedným riešením daného problému a to je otvorený žľab s obojstranným prepacom. Na toto riešenie sme sa zamerali hlavne kvôli nízkym nákladom a pomerne nenáročnému vyhotoveniu funkčného skúšobného modelu, a tiež kvôli možnosti ľahkej prestavby stávajúcej odľahčovacej komory.

Na trhu je viacero možností riešenia, jedným z nich je riešenie pomocou plavákových regulátorov ktoré nie je v tejto práci rozoberané z dôvodu vysokých nákladov. Tento spôsob je výhodný pretože nie je potreba žiadneho výškového rozdielu, regulácia je možná už od 11.s-1, nevyužíva elektrickú energiu, a má minimálne nároky na údržbu. Hlavným negatívom sú už spomínané vysoké náklady na kúpu.

Ďalším riešením mohla byť odľahčovacia komora s prepadajúcim lúčom. Táto metóda je často využívaná v praxi ale pre náš prípad sa nehodila kvôli zmene smeru toku odpadovej vody.

Odľahčovacia komora s horizontálnou deliacou doskou nie je tiež vhodná v dôsledku veľkého stavebného zásahu a tým aj vysokých stavebných nákladov.

7 Záver

Hlavným problémom pri odľahčovacej komore v Dražovicích sú zvýšené prietoky na technické zariadenia za ňou a na samotnú KČOV. V dôsledku toho nedochádza k správne fungovaniu KČOV. Pre správne fungovanie čističky sa počítalo s maximálnym prietokom okolo 3-4l/s , pri stávajúcom stave dochádzalo k niekoľkonásobnému prevýšeniu navrhovaných prietokov. Preto sme sa pokúsili teoretickým výpočtom a následným praktickým meraním na vyhotovenom funkčnom modeli v mierke 1:1 navrhnúť nové riešenie pre rekonštrukciu OK. Pri návrhu sme museli zohľadniť niektoré rozmery stávajúcej komory, keďže sa jedná o rekonštrukciu existujúcej stavby museli sme dodržať pôdorysné rozmery OK a tiež výškové umiestnenie odpadového potrubia. Preto sa ako najvhodnejší spôsob rekonštrukcie javí otvorený žľab s obojstranným prepacom ktorý sme navrhli. Toto riešenie nevyžaduje žiadne veľké stavebné zásahy a ani vysoké finančné náklady. Jediné stavebné úpravy sú v asanácii existujúceho žľabu, a tiež v odstránení, prehĺbení dna. Pre bezpečnejšie odvedenie prepadnutej vody z OK sme navrhli dodatočné odtokové potrubie o priemere 400mm ktoré je vyústené do dažďovej nádrže.

Po prevedení hrubých stavebných prác sa namontuje samotný otvorený žľab vyhotovený zo sklolaminátu a vystužený dvoma T profilmi. Prepojenie žľabu s privádzacím potrubím je riešené pomocou prížového tesnenia ktoré umožňuje bezporuchovú manipuláciu so sklonom. Prížové tesnenie môžeme nahradiť prípadne medzikusom z PE alebo sklolaminátu ale musíme dbať na tesnosť a na zvýšené nároky na mechanické opotrebenie stykových plôch. Koniec žľabu je zabezpečený mechanizmom na zmenu sklonu, jedná sa o jednoduché zariadenie so skrutkovicou ktorá ale musí byť dostatočne dlhá, aby umožňovala manipuláciu bez nutnosti vchádzania do OK.

Pri návrhu sme tiež uvažovali s možnosťou osadenia rozrážacích stien na hornú hranu žľabu ale pri meraniach sme neboli schopný namodelovať dostatočný prietok, takže po umiestnení mali len malý vplyv na prepac. Ďalším dôvodom bol návrh tvaru jednotlivých stien a tiež mechanizmus na odstraňovanie zachytených nečistôt ktoré by mohli negatívne ovplyvňovať bezdažďové prietoky.

Počas návrhu a skúšania modelu sme čiastočne začali niektoré stavebné a technické úpravy na OK v Dražovicích. Bol čiastočne sanovaný existujúci žľab pre zlepšenie situácie a tiež bola urobená výkopová sonda aby sme zistili či je možné, dané výškové zmeny uskutočniť. Práce na OK budú aj naďalej prebiehať až pokiaľ nedôjde k dostatočnému oddeľovaniu dažďových vôd a zlepšeniu celkovej situácie na KČOV v Dražovicích.

8 Zdroje informací

8.1 Použité zdroje

- [1] JANDORA, J.; UHMANNOVÁ, H., Proudění v systémech říčních koryt, , FAST VUT v Brně, Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Institut of Water Structures, 2006
- [2] HLAVÍNEK, P.; MIČÍN, J.; PRAX, P.; MIFEK, R.; HLUŠTÍK, P., Stokování a čištění odpadních vod, VUT v Brně, FAST, Brno, 2006.
- [3] JANDORA, J., STARA, V., STARÝ, M.: *Hydraulika a hydrologie*. Brno: CERM, 2002. 186 s.
- [4] ROZKOŠNÝ, M.: *Hodnocení účinnosti vegetačních kořenových čistíren a návrhy na zlepšení jejich funkce*. (Doktorská disertační práce), Brno: ÚVHK FAST VUT, 2008, 137 s. 12 sdružených doprovodných příloh.
- [5] ROZKOŠNÝ, M.: Zkušenosti ze sledování a provozu KČOV Dražovice u Vyškova. In: *Přírodní způsoby čištění odpadních vod IV*. Brno: Brno: CERM, 2005, s.49-54
- [6] ŠÁLEK, J.: *Přírodní způsoby čištění odpadních vod*. Brno: PC-DIR, VUT ,1995, 115 s.
- [7] ŠÁLEK, J.: *Navrhování a provozování vegetačních kořenových čistíren*, Praha: ÚZPI MZČR, 1999, č.2, 54 s.
- [8] ŠÁLEK, J., TLAPÁK, V.: *Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod*, Praha 2006, 283 s., ISBN 80-86769-74-7
- [9] ŠÁLEK, J., ŽÁKOVÁ, Z., HRNČÍŘ, P.: *Přírodní čištění a využívání vody* Brno: ERA, 115 s. ISBN 978-80-7366-125-0
- [10] VYMAZAL, J.: Čištění splaškových odpadních vod pomocí kořenových čistíren I, II. *Vodní hospodářství* č. 4, 1991, s. 177-182, č.5 s. 215-221.
- [11] STARÝ, M.; KRÁLOVÁ, H.; KAMENÍČKOVÁ, I., CS01 Vybrané statě z vodního hospodářství krajiny, 2007.

8.2 Internetové zdroje

- [12] <http://cs.wikipedia.org>
- [13] www.Ekozahrady.com - Jaroslav Svoboda, 2006.

- [14] www.ekoreny.cz - .Ing. Jaroslav Kršňák, Ing. Michal Šperling,
- [15] <http://projektysipvz.gytool.cz/ProjektySIPVZ/Default.aspx?uid=738> - Mgr. Dagmar Konečná, 2006.
- [16] Kořenové čistírny odpadních vod pro obce. In. Rybníkar: [online], 2005, [cit. 2011-08-22]. Dostupné z WWW: <<http://www.rybnikar.cz/obecni-korenove-cistirny/>>.
- [17] ČOV – čistírna odpadních vod
- [18] KČOV – kořenová čistírna odpadních vod
- [19] LP – lapák písku
- [20] NL – nerozpuštěné látky
- [21] OV – odpadní vody
- [22] UN – usazovací nádrž
- [23] ZŽ – ztráta žíháním

9 Použité skratky

ČOV – čistička odpadových vôd

KČOV – koreňová čistička odpadových vôd

OK – odľahčovacia komora

LP – lapák piesku

NL – nerozpustené látky

OV – odpadná voda

UN – usadzovacia nádrž