VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

HYDRAULIKA OTOPNÝCH SOUSTAV

FLUID POWER HEATING SYSTEM

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE Bc. JIŘÍ PATÁK
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2013

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. JIŘÍ PATÁK
Název	Hydraulika otopných soustav
Vedoucí diplomové práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013

V Brně dne 31. 3. 2012

.....	.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc. Vedoucí ústavu	prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc. Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy 2. Aktuální legislativa ČR 3. České i zahraniční technické normy 4. Odborná literatura 5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami,normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.
A. Analýza tématu, cíle a metody řešení
Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady
Cíl práce, zvolené metody řešení
Aktuální technická řešení v praxi
Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)
Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)
Řešení využívající výpočetní techniku.
B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení
Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva
Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově
Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;
C1. Experimentální řešení a zpracování výsledků
Experiment realizovaný v laboratoři nebo reálné budově postihující dílčí část zadané problematiky.

Předepsané přílohy

.....

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Bibliografická citace VŠKP

PATÁK, Jiří. *Hydraulika otopných systémů.* Brno, 2013. 170 s., 5 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí diplomové práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D..

Abstrakt v českém jazyce

Teoretická část se zabývá problematikou hydrauliky otopných systémů. Experimentální část se zabývá měřením oběhového čerpadla a měření armatury - kulového kohoutu. Projekt řeší vytápění a přípravu teplé vody pro novostavbu administrativního objektu ve Žďáře nad Sázavou. Objekt má 3 nadzemní podlaží. Jako zdroj tepla pro zimní období je navržen plynový kotel, pro ohřev teplé vody je použit taktéž stejný plynový kotel. Zdroj tepla je umístěn v samostatně přístupné místnosti.

Abstract in English

The theoretical part deal with problematic of fluid power heating system. The experimental part deal with measurement of the characteristic of circulation pump and measurement of valves - ball valve. The project solves the heating and hot water preparing for the new administrative building in Žďár nad Sázavou. The building has 3 floors. As a source of heat for the winter season is designed gas boiler, for hot water preparing is also used the same gas boiler. The heat source is placed in a separately accessible room.

Klíčová slova v českém jazyce

plynový kotel, desková a trubková otopná tělesa, příprava teplé vody, zabezpečovací zařízení, oběhové čerpadlo, armatura, tlaková ztráta, průtok, vyvažování otopné soustavy

Keywords in English

gas boiler, panel and tubular heaters, hot water preparing, alarms system, circulation pump, valve, the pressure loss, flow, balancing of heating system

Prohlášení:
Prohlašuji tímto, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11. 01. 2013

- -

Bc. Jiří Paták

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 11.01.2013

Bc. Jiří Paták

Poděkování :
Rád bych na tomto místě poděkoval především vedoucí mé diplomové práce, Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za pomoc, ochotu, připomínky a cenné rady, které mi poskytla při zpracování této diplomové práce.

Dále bych rád poděkoval svým rodičům za to, že mi umožnili vysokoškolské studium a v celém jeho průběhu mě podporovali.

Bc. Jiří Paták

ÚVOD....10
ČLENĚNÍ PRÁCE.... 11

A - ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ.... 12

A.1 HISTORIE ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ - ÚVOD.... 13
A.2 VODNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY.... 14
A.2.1 VLASTNOSTI VODNÍCH OTOPNÝCH SOUSTAV.... 14
A.2.2 OBĚH TOPNÉ LÁTKY.... 14
A.3 SAMOTÍŽNÉ OTOPNÉ SOUSTAVY 14
A.4 SOUSTAVY S NUCENÝM OBĚHEM VODY 16
A.4.1 JEDNOTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY....16
A.4.2 DVOUTRUBKOVÉ OTOPNÉ SOUSTAVY....16
A.4.2.1 SPODNÍ HORIZONTÁLNÍ ROZVOD.... 18
A.4.2.2 HORIZONTÁLNÍ NAPOJENÍ TĚLES.... 18
A.5 OBĚH TOPNÉHO MÉDIA, OTOPNÁ VODA....19
A.5.1 POŽADAVKY NA ČERPADLA VE VYTÁPĚNÍ.... 20
A.5.2 CHARAKTERISTIKA ČERPADLA....20
A.5.3 CHARAKTERISTIKA POTRUBNÍ SÍTĚ.... 20
A.5.4 PRACOVNÍ BOD....21
A.5.5 TYPY OBĚHOVÝCH ČERPADEL.... 21
A.5.5.1 REGULACE ČERPADLA NA KONSTANTNÍ DIFERENČNÍ TLAK NA ČERPADLE PŘI MĚNÍCÍM SE PRŮTOKU.... 24
A.5.5.2 REGULACE ČERPADLA PODLE REGULAČNÍ KŘIVKY.... 24
A.5.5.3 REGULACE ČERPADLA NA UDRŽOVÁNÍ KONSTANTNÍHO PRŮTOKU....24
A.5.6 TLAK ČERPADLA....24
A.5.7 ČERPADLO V OTOPNÉ SOUSTAVĚ, VLIV JEHO POLOHY.... 25
A.5.7.1 UMÍSTĚNÍ ČERPADLA NA VRATNÉM POTRUBÍ....26
A.5.7.2 UMÍSTĚNÍ ČERPADLA NA PŘÍVODNÍM POTRUBÍ....27
A.6 TLAKOVÉ POMĚRY V OTOPNÉ SOUSTAVĚ.... 27
A.6.1 HYDROSTATICKÝ PŘETLAK.... 27
A.6.2 DYNAMICKÝ PŘETLAK....28
A.6.2.1 SOUSTAVY S PŘIROZENÝM OBĚHEM, PRINCIP PŘIROZENÉHO OBĚHU....28
A.6.2.2 SOUSTAVY S NUCENÝM OBĚHEM, PRINCIP NUCENÉHO OBĚHU....29
A.7 STANOVENÍ CHARAKTERISTIKY POTRUBNÍ SÍTĚ....30
A.7.1 STANOVENÍ TLAKOVÉ ZTRÁTY POTRUBÍ....30
A.7.1.1 URČENÍ TLAKOVÝCH ZTRÁT TŘENÍM V POTRUBÍ.... 30
A.7.1.2 URČENÍ TLAKOVÝCH ZTRÁT VLOŽENÝMI ODPORY V POTRUBÍ.... 31
A.7.1.3 URČENÍ DALŠÍCH TLAKOVÝCH ZTRÁT.... 31

A.7.2 JMENOVITÝ PRŮTOK ATRMATUROU (HODNOTA k_v)..... 32
A.8 REGULACE OTOPNÝCH SOUSTAV.....32
A.8.1 ZÁKLADNÍ CÍLE HYDRAULICKÉHO VYVAŽOVÁNÍ..... 33
A.8.2 VYVAŽOVÁNÍ..... 33
A.8.2.1 SOUSTAVY S KONSTANTNÍM PRŮTOKEM (TZV. STATICKÉ SOUSTAVY).....34
A.8.2.2 SOUSTAVY S PROMĚNNÝM PRŮTOKEM (TZV. DYNAMICKÉ SOUSTAVY).....34
A.8.2.3 PŘESNOST VYVÁŽENÍ.....35
A.8.2.4 NÁVRH A FUNKCE VYVAŽOVACÍHO VENTILU V POTRUBNÍ SÍTI.....35
A.8.2.5 UMÍSTĚNÍ VYVAŽOVACÍCH VENTILŮ V POTRUBNÍ SÍTI.....36
A.8.3 PŘESNÁ REGULACE, REGULÁTOR DIFERENČNÍHO TLAKU. 37
A.9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....39

B - APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ..... 40

B.1 ANALÝZA OBJEKTU A KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....41
B.2 VYHODNOCENÍ KONSTRUKCÍ.....47
B.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PŘESNOU METODOU.....55
B.4 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY.....71
B.5 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES..... 74
B.6 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY..... 75
B.7 NÁVRH ZDROJE TEPLA.....78
B.8 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH KOMÍNA..... 80
B.9 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....81
B.9.1 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ - VARIANTA I..... 82
B.9.2 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ - VARIANTA II.....103
B.10 NÁVRH DÉLKOVÉ TEPLOTNÍ DILATACE PRO II. VARIANTU .124
B.11 NÁVRH IZOLACÍ POTRUBÍ..... 125
B.12 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ, OBĚHOVÉHO ČERPADLA, VĚTRÁNÍ A TEPELNÁ BILANCE KOTELNY.....130
B.13 TECHNICKÁ ZPRÁVA - VYTÁPĚNÍ.....133
B.14 IDEOVÉ ŘEŠENÍ OSTATNÍCH PROFESÍ TZB..... 139

C - EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ.....141

C.1 OVĚŘENÍ HYDRAULICKÝCH PARAMETRŮ ČERPADLA UDÁVANÝCH VÝROBCEM A ZJIŠTĚNÍ REÁLNÉ SPOTŘEBY ENERGIE TOHOTO ČERPADLA..... 142
C.2 ZJIŠTĚNÍ TLAKOVÉ ZTRÁTY KULOVÉHO VENTILU A ZJIŠTĚNÍ HODNOTY k_v TÉTO ARMATURY.....150

ZÁVĚR..... 166
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ..... 167
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ..... 168
SEZNAM PŘÍLOH..... 170

Úvod

Tématem této diplomové práce je hydraulika otopných soustav. V experimentální části jsem se zabýval ověřením hydraulických vlastností čerpadla udávaných výrobcem a měřením spotřeby elektrické energie tohoto čerpadla, dále zjištěním tlakové ztráty kulového kohoutu a zjištěním hodnoty k_v této armatury. V praktické části jde o využití teoretických znalostí nabytých při studiu vysoké školy a jejich přenesení do praktického návrhu řešení prvků, zdrojů a rozvodů systému ústředního vytápění třípodlažního administrativního objektu, s hlavním požadavkem návrhu, a to s požadavkem vytvoření tepelné pohody prostředí v místnostech a zároveň k vytvoření topného systému s co nejvýhodnějšími hydraulickými poměry. Byly vytvořeny dvě varianty rozvodů, vypočtena jejich tlaková ztráta a z nich pro konečný návrh a dopracování byla vybrána varianta s výhodnějšími tlakovými poměry v soustavě.

Pohoda prostředí je stav člověka, kdy nepociťuje ani působení nadbytečného tepla, ani nadbytečného chladu. Pohodě prostředí se podřizuje veškerý návrh a volba zařízení pro výrobu, přenos a předávání tepla v jednotlivých místnostech.

Pro snížení hlučnosti instalovaných zařízení respektive kvůli zajištění hygienických požadavků a estetičnosti je výhodné umisťovat některé prvky systému vytápění (např. kotel, čerpadla) ideálně do stavebně odděleného prostoru. Návrh dimenzí potrubí systému rozvodu tepla by měl respektovat doporučené hodnoty rychlosti, aby vlivem proudění teplonosné látky nevznikal nadměrný hluk popř. rázy v potrubí a došlo k výhodnému rozložení tlakových ztrát v otopné soustavě a nenáročnému hydraulickému vyregulování. Všechny navržené a instalované prvky soustavy musí splňovat hygienické požadavky a požadavky na co nejnižší spotřeby energií.

Členění práce

Tato diplomová práce s názvem „Hydraulika otopných systémů“ je rozdělena do tří samostatných částí, kdy v první časti A - Analýza tématu, cíle a metody řešení - je řešena teoretická problematika hydrauliky otopných soustav.

Dále je v časti B - Aplikace tématu na zadané budově - řešen administrativní objekt ve Žďáře nad Sázavou, ve kterém je navržen rozvod vytápění ve dvou variantách, provedeno jejich porovnání a dopracován konečný návrh tlakově výhodnější varianty. Jedná se o třípodlažní administrativní budovu, která je navržena z konstrukčního systému POROTHERM. Objekt má plochou střechu.

V I. variantě řešení je použito rozvodů potrubí v podlaze s horizontálním rozvodem po celém podlaží z měděných trubek spojovaných pájením.
Ve II. variantě řešení je navržen větší počet stoupacích potrubí s připojením nejbližších otopných těles pomocí kratších horizontálních přípojek k jednotlivým tělesům.

Celý návrh výsledného řešení je doložen výpočty, popsán v technické zprávě a zakreslen v projektové dokumentaci.

V časti C - Experimentální řešení a zpracování výsledků - je řešeno porovnání reálných mnou naměřených hydraulických parametrů oběhového čerpadla a jeho spotřeby elektrické energie s parametry udávanými výrobcem. Dále je zjišťována tlaková ztráta kulového kohoutu v různých polohách otevření a porovnání s hodnotami armatury podobné konstrukce udávanými výrobcem a výpočet hodnoty k_v mnou měřeného kulového kohoutu.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

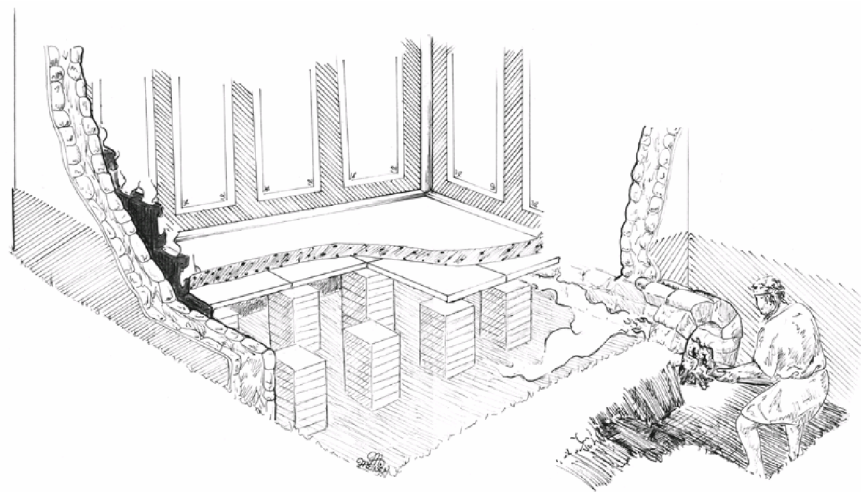
VEVEŘÍ 331/95, 602 00 BRNO

A - ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

A.1 HISTORIE ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ - ÚVOD

V našich zeměpisných podmínkách byli lidé nuceni již od pradávna používat oheň na ohřev svých obydlí. Z dřívějších primitivních způsobů vytápění, kde nebyl zabezpečen ani rozvod tepla do okolí, ani jakýkoliv odvod zplodin, se zároveň se zvyšujícími se požadavky uživatelů vyvinuly dnešní moderní, velmi sofistikované systémy, zabezpečující nejen rozvod tepla po budově, ale také splnění kompletních požadavků na tepelnou pohodu jednotlivých místností.

Jak již bylo zmíněno výše, primitivní způsoby vytápění se postupem času vyvíjely do dnešních moderních podob. Přemýšlelo se nad různými způsoby předávání tepla z jednoho zdroje tepla do jedné místnosti a dále také z jednoho zdroje tepla do více obytných prostor, čímž vznikl zárodek dnešního ústředního vytápění. Z doby římské říše se zachovalo jednoduché primitivní ústřední vytápění - tzv. římské HYPOCAUSTUM (systém vytápění zdola, kdy se topilo ve vedlejším prostoru a ohřáté spaliny prostupovaly pod podlahou vytápěného prostoru).



obr. 1 - Římské HYPOCAUSTUM [1]

Ve středověku se používalo otevřeného ohniště, kouř stoupal vytápěnou místností nahoru a otvorem ve střeše do okolí. Ve 14. století se v Praze začaly stavět komíny a používat krby připojené na komín. V 15. století se objevují kachlová kamna, která zvyšují komfort vytápění díky uzavřené konstrukci.

Topilo se prozatím pouze dřevěnými poleny. Začátkem 19. století se začalo vytápět uhlím a později i koksem. Na konci 19. století přichází pan Hugo Junkers s patentem na první plynová koupelnová kamna, čímž pokládá základy vytápění pomocí zemního plynu. Veškeré uvedené typy paliv se používají dodnes, ať již jak pro vytápění rodinných domů tak pro centrální vytápění celých měst.

Od konce 19. století se postupně přechází z teplovzdušného vytápění, kde se tepelný výkon přenášel pouze pomocí teplého vzduchu, na systémy horkovodní a parní. Od parních systémů se z důvodu vysoké teploty otopných ploch s postupem času ustoupilo, a jejich využití se v dnešní době nachází spíše v dálkové dopravě tepla. Horkovodní systémy, které postupem času přešly na teplovodní systémy se, samozřejmě s řadou inovací, s úspěchem používají až do dnešní doby.

A.2 VODNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY

A.2.1 Vlastnosti vodních otopných soustav

Voda jako teplonosná látka má z běžně dostupných látek největší měrnou tepelnou kapacitu. Je chemicky stabilní a pro užití v otopných soustavách se snadno upravuje i chemicky.

Užití vody v otopných soustavách přináší jisté výhody, např. :
- malé úniky vody ze soustav;
- nižší tepelné ztráty soustav a menší ochlazení vody v soustavách;
- není nutné osazovat zařízení pro odvodnění vlhkosti z potrubí;
- snadné centrální řízení tepelného výkonu kvalitativním způsobem, tj. změnou teploty oběhové vody;

K nevýhodám těchto vodních otopných soustav zejména patří :
- zajištění oběhu vody převážně oběhovými čerpadly, která spotřebovávají pro svůj provoz druhotnou energii;
- větší zatížení potrubí tíhou vody;
- obtížnější napojování nových odběratelů z důvodu regulace celé soustavy;
- značné změny statického tlaku v potrubí ve výškově členitém terénu;

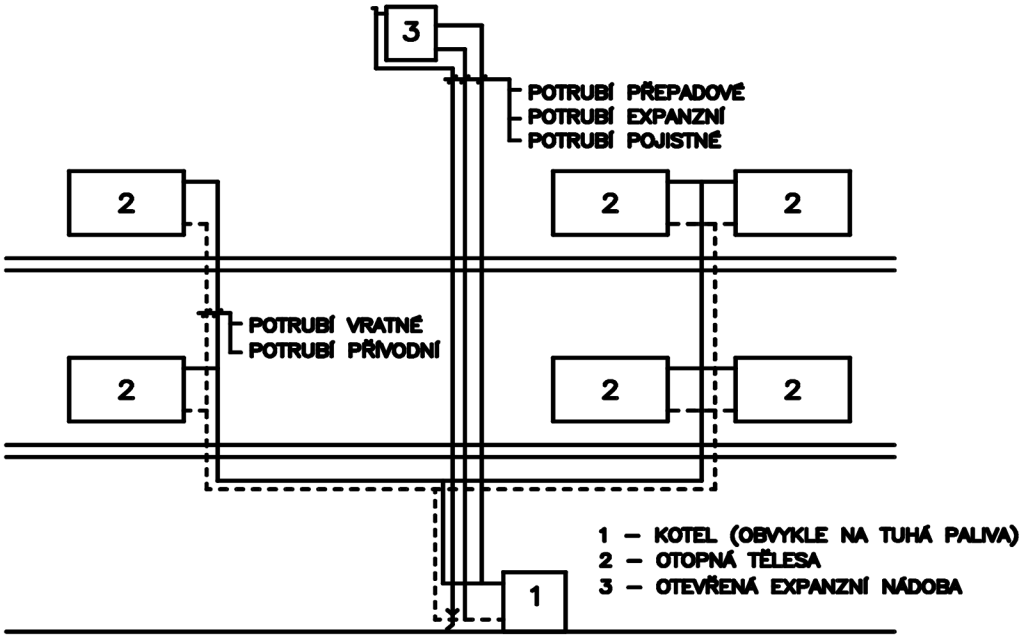
A.2.2 Oběh topné látky

Moderní systémy, na rozdíl od dříve používaných systémů se vyznačují maximální potřebou úspory místa, tj. především zmenšováním jednotlivých součástí systémů, zmenšováním dimenzí potrubí, čímž se zvyšují tlakové ztráty potrubí. Také s rozvojem nejen vyšších, ale také rozlehlejších budov se zvyšovala potřeba posílit oběh topného média, tudíž se začaly v soustavách umisťovat oběhová čerpadla, která zajišťují oběh topného média v systému a nahrazují, respektive doplňují dříve užívaný přirozený oběh topného média.

A.3 SAMOTÍŽNÉ OTOPNÉ SOUSTAVY

Oběh topného média u soustav se samotížným oběhem je zajištěn bez potřeby dodávky jakékoliv další energie, oběh zajišťuje pouze rozdíl hustot přívodní a vratné vody, kdy voda ve vratném potrubí (chladnější) má vyšší hustotu, takže ze strany vratné vody je u zdroje (kotle) vyšší hydrostatický tlak než ze strany přívodní. Přetlak způsobí pohyb vody v okruhu kotel - otopné těleso - kotel a tak dochází k přirozenému proudění vody potrubím. Zdroj tepla by měl být umístěn v nejnižším podlaží pod

otopnými tělesy. Potrubní síť pro rozvod otopné vody je většinou dvoutrubková a podle umístěná hlavního horizontálního přívodního potrubí se rozlišuje soustava se spodním rozvodem nebo s horním rozvodem. Soustava s přirozeným oběhem topného média může být otevřená nebo uzavřená. Většina soustav s přirozeným oběhem vody však byla zabezpečena otevřenou expanzní nádobou. Návrhový teplotní rozdíl mezi přívodní a vratnou vodou se volí nejčastěji 90/70°C a to z důvodu zajištění dostatečného přirozeného vztlaku. Tyto soustavy se navrhovaly (s dnes v malé míře ještě stále navrhují) pro menší objekty s většími výškovými rozdíly mezi otopnými tělesy a zdrojem tepla, jako např. pro rodinné domky nebo menší bytové budovy. Používaly se především u zdrojů na tuhá paliva. Výhodou je, že přirozený oběh topné vody není závislý na dodávce elektrické energie pro pohon oběhového čerpadla. U kotlů na tuhá paliva je tak zjištěn trvalý odběr tepla. Průměry potrubí samotížných soustav jsou větší než u soustav s nuceným oběhem topné vody a armatury musí vykazovat co nejmenší tlakovou ztrátu. Otevřená expanzní nádoba je umístěna nad otopným systémem (většinou na půdě). Ochrana proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku je zajištěna hydrostaticky (sloupcem vody v pojistném potrubí zaústěného do expanzní nádoby). Na systém je otevřená expanzní nádoba napojena potrubím expanzním. Pro expanzi roztažení vody využívá 60% svého objemu. Propojením (zkratem) mezi pojistným potrubím a nádobou pod minimální hladinou lze vodu v EN prohřívat v případě nebezpečí zamrznutí. Zkrat se opatřuje armaturou pro seřízení průtoku. Nádoba je opatřena přepadem, svedeným do místa s podlahovou vpustí – většinou do místnosti s kotlem. Otevřenou expanzní nádobou se do otopné soustavy dostává vzduch. Ten způsobuje korozi a zanášení systému a zařízení a je nežádoucí. Samotížná otopná soustava se s ohledem na větší objem vody, vyšší teplotní parametry vody i zdroj tepla – obvykle klasický kotel na tuhá paliva, vyznačuje dlouhou tepelnou setrvačností i dobou náběhu a obtížnou regulovatelností, což tento systém v dnešní době oproti uzavřeným systémům značně znevýhodňuje.



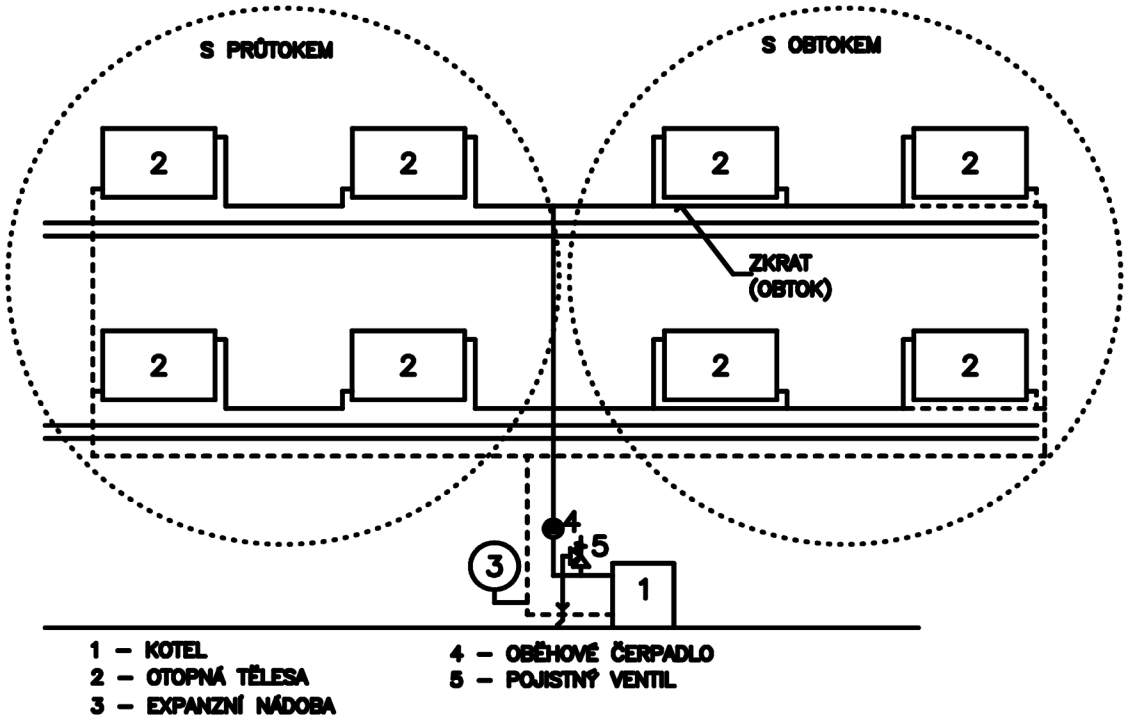
obr. 2. - Soustava se samotížným oběhem vody

A.4. SOUSTAVY S NUCENÝM OBĚHEM VODY

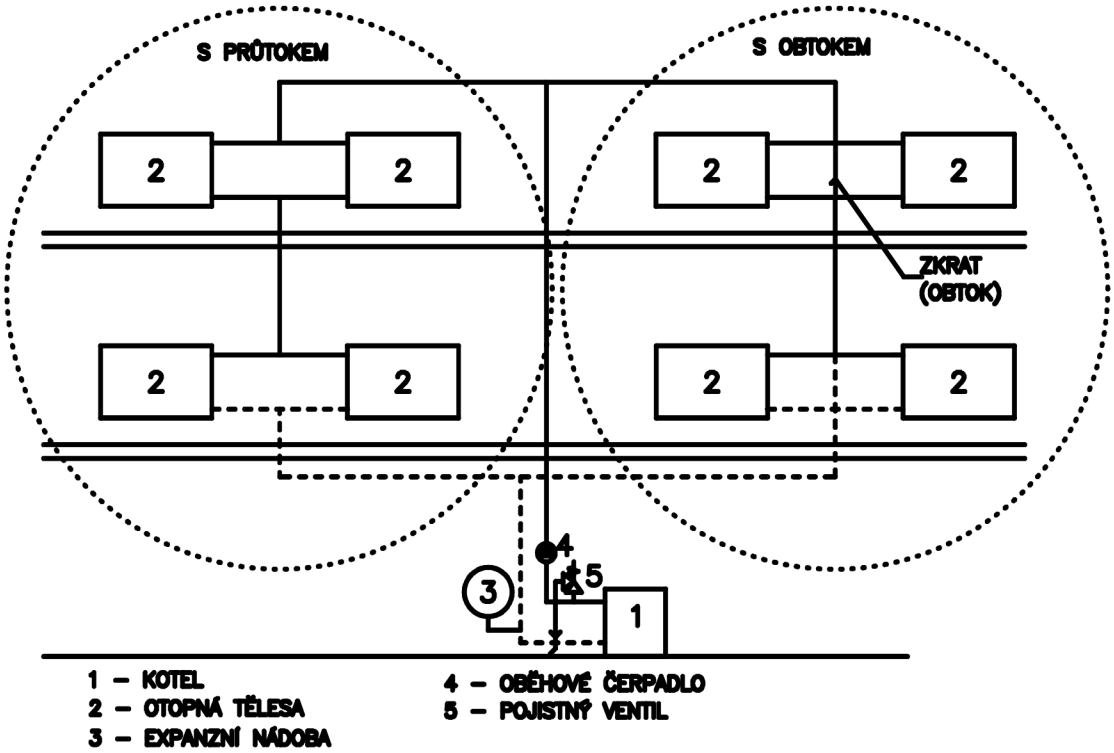
Jsou dnes nejrozšířenějším typem soustav. Nucený oběh (s oběhovým čerpadlem) je schopen překonat mnohonásobně větší tlakové ztráty v okruzích než systém samotížný. Průměry potrubí vycházejí menší, lze volit vyšší rychlosti proudění vody. Zvýšené tlakové ztráty překonává oběhové teplovodní čerpadlo. Tím se snižují náklady na použitý materiál a zlepší se i vzhled nezakrytých částí potrubní sítě. Otopná tělesa se mohou umístit do stejné výšky jako zdroj tepla nebo i níže. Nucený oběh nám poskytuje rovněž rozsáhlé možnosti regulace a velmi rychlý zátop. Dnes se jednoznačně dává přednost soustavám uzavřeným, ať již s tlakovou expanzní nádobou nebo jiným expanzním zařízením, a nuceným oběhem. Výhodou uzavřené soustavy je to, že se do systému prakticky nedostává vzduch, čímž je zabráněno korozi potrubí a všech prvků otopné soustavy a dále nedochází k odparu vody do venkovního prostředí -> stálý tlak soustavy. Otopné soustavy s nuceným oběhem mohou být dvoutrubkové nebo jednotrubkové, se spodním či horním rozvodem. U jednotrubkových otopných soustav rozlišujeme soustavy vertikální a horizontální.

A.4.1 Jednotrubkové otopné soustavy

Nejjednodušším provedením otopné soustavy je jednotrubková otopná soustava s otopnými tělesy zapojenými průtočně za sebou. Otopná voda postupně protéká přes všechna tělesa. Na otopných tělesech takto napojeným není možnost místní regulace. Při uzavření jednoho tělesa v řadě napojení je uzavřena cesta pro průtok topné vody do všech těles následujících. Teplota topné vody se snižuje s každým protékaným tělesem. Tak se při požadovaném stejném tepelném výkonu musí zvětšovat přestupní plocha každého dalšího tělesa v řadě. Tento typ soustav se dnes nenavrhuje. Dalším typem jednotrubkových soustav jsou soustavy s obtokem či směšovací armaturou. U soustav s obtokem je v úseku zkratu zúžení trubky, škrtící clona a nebo sací fitinka. Část topné vody protéká zkratem (kmenovou trubkou) a část tělesem samotným. V místě spojení zpětného potrubí od tělesa a kmenové trubky dochází ke směšování obou proudů vody o různé teplotě a k poklesu teploty vody přívodní ze zkratu. Následující otopné těleso pracuje s nižší teplotou topné vody než předchozí. Řazení těles paralelně s kmenovou trubkou umožňuje připojení regulačních armatur těles a tím místní regulaci výkonu otopného tělesa. Pro jednotrubkové soustavy se dnes vyrábí přímo připojovací armaturové sestavy s nastavitelným podílem zatékání teplonosné látky do tělesa.



obr. 3. - Jednotrubková otopná soustava s nuceným oběhem a horizontálním rozvodem



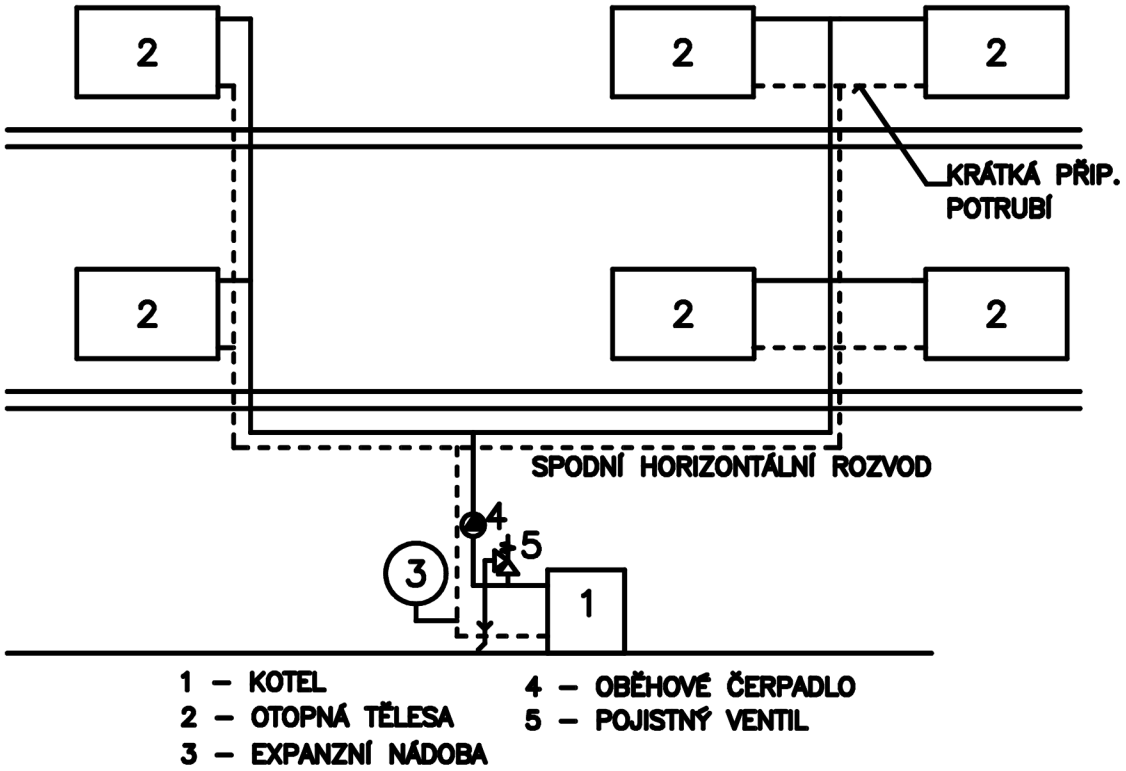
obr. 4. - Jednotrubková otopná soustava s nuceným oběhem a vertikálním rozvodem

A.4.2 Dvoutrubkové otopné soustavy

Podle umístění hlavního horizontálního rozvodu rozlišujeme soustavu se spodním nebo horním rozvodem. Horizontálním rozvodem se rozumí potrubí od zdroje tepla ke stoupacím vedením.

A.4.2.1 Spodní horizontální rozvod

Nejčastěji je používána soustava s rozvodem spodním, situovaným obvykle pod stropem suterénu (nebo nejnižšího podlaží). Otopná tělesa jsou na stoupačky napojeny připojovacím potrubím (přívodním a vratným). U klasických systémů například v bytových domech bývá navržen větší počet stoupaček s krátkým připojovacím potrubím a napojením těles ze strany. Celá otopná soustava je odvzdušněna přes nejvýše položená otopná tělesa a odvzdušňovací ventily.

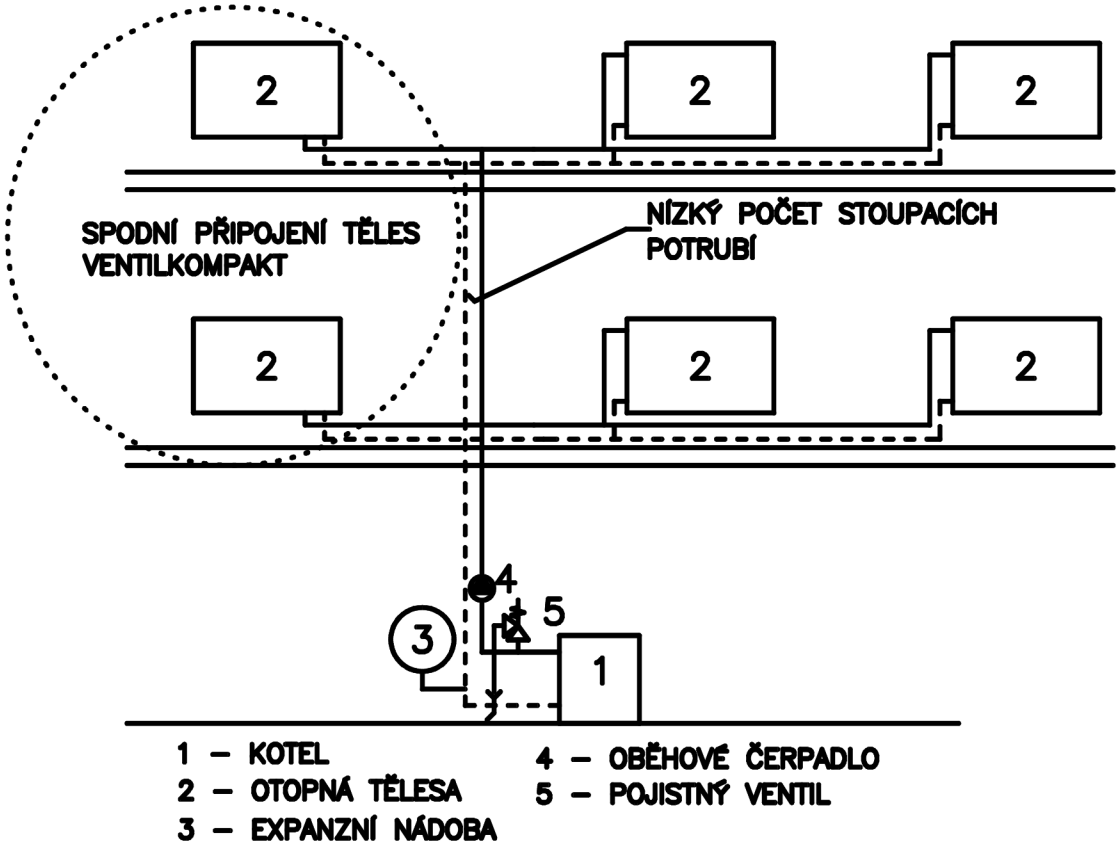


obr. 5. - Dvoutrubková otopná soustava s nuceným oběhem a horizontálním spodním rozvodem

A.4.2.2 Horizontální napojení těles

Lze volit i jiný způsob řešení – menší počet stoupacích potrubních rozvodů a delší horizontální rozvody k tělesům v jednotlivých podlažích. Horizontální rozvody jsou pak vedeny nad podlahou viditelně nebo jsou zakryty při vedení v soklových lištách nebo v drážkách. Při použití vhodných materiálů (měď, plast) jsou dnes horizontální rozvody k tělesům umístěné i do konstrukcí podlah. Potrubí v drážkách nebo konstrukcích podlah není přístupné. U těchto způsobu řešení rozvodů se často instalují tělesa se spodním připojením a vestavěným propojovacím rozvodem a tělem

termostatického ventilu. Každé těleso musí mít odvzdušnění. Běžné provedení dvoutrubkového připojení je protiproudé. Ve vybraném stejném místě rozvodu proudí voda přívodní trubky v obráceném směru než ve vratném potrubí.



obr. 6. - Dvoutrubková otopná soustava s nuceným oběhem a horizontálním napojením těles

A.5 OBĚH TOPNÉHO MÉDIA, OTOPNÁ VODA

U vytápění s nuceným oběhem topného média je zdrojem síly, která zajišťuje oběh vody potrubím, oběhové čerpadlo. Voda je díky němu nucena proudit celým systémem potrubí vyšší rychlostí - proto nucený oběh. Aby se předešlo nežádoucímu vzniku hluku v potrubí, nesmí nejvyšší rychlost vody překročit hodnotu v = 1 m/s.

Jako topné médium se nejčastěji používá otopná voda se zaručenými parametry - voda při napouštění systému musí splňovat parametry vody pitné - lze uvažovat s měrnou tepelnou kapacitou 4 186 $J.kg^{-1}.K^{-1}$. Pokud s ohledem na návrh zařízení a jeho umístění hrozí nebezpečí zamrznutí, lze s ohledem na požadavky výrobců jednotlivých součástí otopného systému použít také nemrznoucí směs. Jedná se většinou o směs vody a látky na bázi glykolu. S použitím nemrznoucí směsi se musí uvažovat již při počátečním návrhu systému, s ohledem na jinou tepelnou kapacitu (cca 15% snížení při koncentraci glykolu 20%). Výhoda nemrznoucí směsi je ve stálosti jejich fyzikální a

chemických vlastností, je však vždy nutno uvažovat s tepelně technickými údaji konkrétního výrobce.

Dalším požadavkem na kvalitu vody je zejména zbavení rozpuštěného vzduchu ve vodě, jednak z důvodu koroze, ale také zejména kvůli hluku a poruchám proudění, v extrému vedoucích až ke snižování výkonu soustavy. Zavzdušněná soustava je dále ohrožena rovněž zvýšeným nebezpečím kavitace, která nejvíce ohrožuje čerpadla a regulační ventily. S ohledem na hydraulické vyvažování je důležité připomenout, že naměřené průtoky zavzdušněnou soustavou jsou zatíženy větší odchylkou měření.

A.5.1 Požadavky na čerpadla ve vytápění

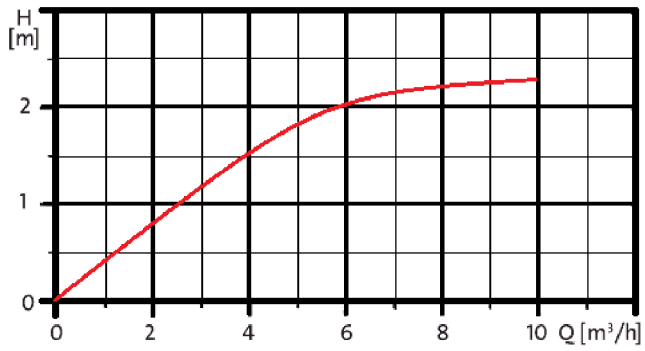
Oběhová čerpadla by se měla, co do počtu, charakteristik a také regulovatelnosti volit tak, aby bylo možno přizpůsobovat se proměnlivým potřebám celého otopného systému, např. možností změny otáček a tím i tlaku čerpadla, pokud se potřeba tepla změní.

A.5.2 Charakteristika čerpadla

Průtočné množství a zvyšování tlaku jsou u čerpadel navzájem závislé. Při stálých otáčkách oběžného kola čerpá čerpadlo velký objem tekutiny při nízkém tlaku a naopak. Vzájemnou závislost průtočného množství a dopravní výšky stanoví výrobce a podle zvyku ji zakombinuje do grafu charakteristiky čerpadla. Z něho lze získat prakticky během okamžiku tlak čerpadla při určitém množství čerpané kapaliny.

A.5.3 Charakteristika potrubní sítě

Charakteristika potrubní sítě udává závislost tlakové ztráty potrubí na hmotnostním (objemovém) průtoku potrubím. Tato charakteristika má tvar paraboly. Její tvar je především závislý na zvoleném průřezu potrubí. Soustava s trubním rozvodem o malých průměrech vytváří charakteristiku strmou kdežto rozvod s velkými průměry potrubí má charakteristiku výrazně plošší.



obr. 11 - Charakteristika potrubní sítě

Jednotlivé body na charakteristice potrubní sítě udávají tlak, se kterým musí čerpadlo pracovat při daném průtočném množství, aby překonalo odpory v této síti (tlakové ztráty třením a místními vloženými odpory).

A.5.4 Pracovní bod

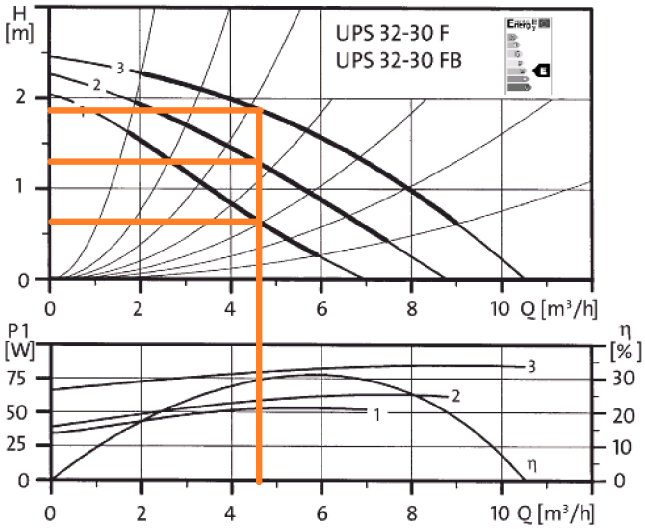
Pracovní bod je bod, ve kterém se protíná křivka charakteristiky čerpadla s charakteristikou sítě otopné soustavy. Pokud se posune křivka charakteristiky sítě, posune se zároveň i pracovní bod na křivce charakteristiky sítě.

A.5.5 Typy oběhových čerpadel

Oběhová čerpadla topného média v potrubí se vyrábí ve třech základních řadách :

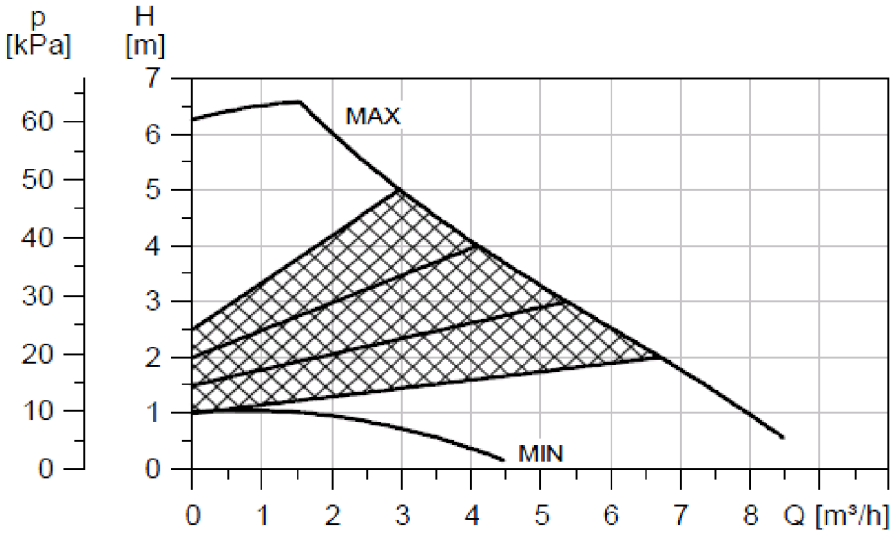
- bez regulace otáček (jedna křivka pracovní charakteristiky, jedna hodnota příkonu ve W). Ve vytápění se používají jen výjimečně.

- s regulací otáček nastavením na 2 nebo 3 stupně (více křivek pracovních charakteristik), uvedené čerpadlo má pro daný průtok dva nebo tři pracovní body. Nastavení se provádí řízením otáček oběžného kola uvnitř čerpadla.



obr. 7 - Charakteristika čerpadla se stupňovým nastavením otáček [2]

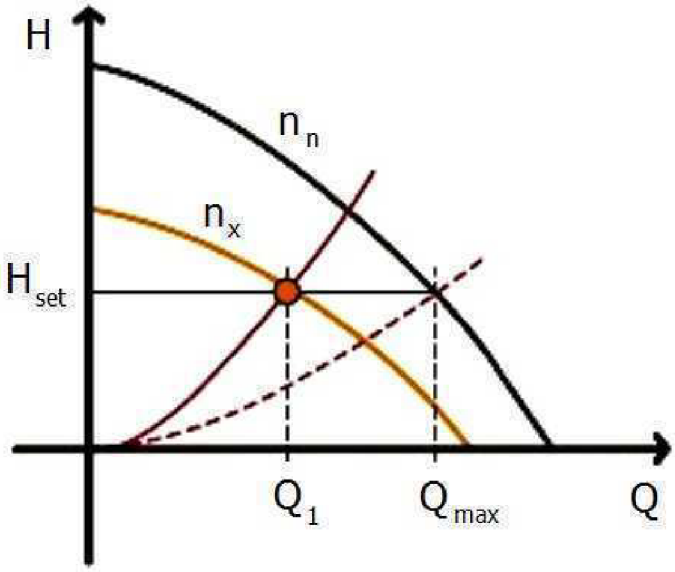
- s plynulou elektronickou regulací otáček. Tato oběhová čerpadla jsou nejčastěji určena k zajištění cirkulace vody v otopných soustavách s proměnlivým průtokem, u nichž je žádoucí nastavení optimálního provozního bodu čerpadla v závislosti na aktuálním stavu soustavy (např. u vytápění větve VZT). Vyšrafovaná plocha na přiložené charakteristice e pracovní oblast čerpadla. Elektronika čerpadla sama podle aktuální potřeby soustavy řídí výkon čerpadla



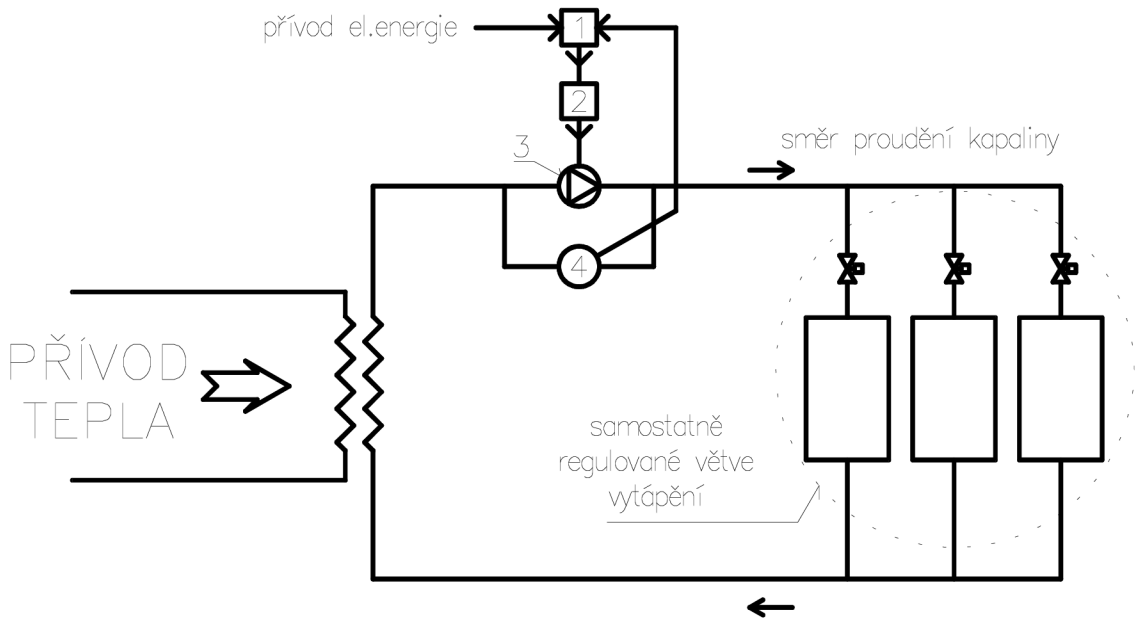
obr. 8 - Charakteristika čerpadla s plynulou regulací otáček [3]

A.5.5.1 Regulace čerpadla na konstantní diferenční tlak na čerpadle při měnícím se průtoku

Pro tuto aplikaci (nejrozšířenější) je nejčastěji vhodné využití otáčkově regulovaných čerpadel. Je výhodné, když jsou oběhová čerpadla řízena od diferenčního tlaku. Na obr. 10 je znázorněna otopná soustava s výměníkem tepla, který zajišťuje ohřev vody. Voda se poté přivádí do spotřebičů, např. otopných těles. U každého spotřebiče je regulační ventil zapojený do série, který slouží k řízení průtoku podle požadavků na teplo. Čerpadlo je řízeno na základě konstantního diferenčního tlaku měřeného na čerpadle. To znamená, že čerpací soustava dává konstantní diferenční tlak v rozsahu Q - Q_{max}, který je na obr. 9 znázorněn horizontálně vedenou osou.



obr. 9 Regulace čerpadla na konstantní tlak na výtlaku [4]

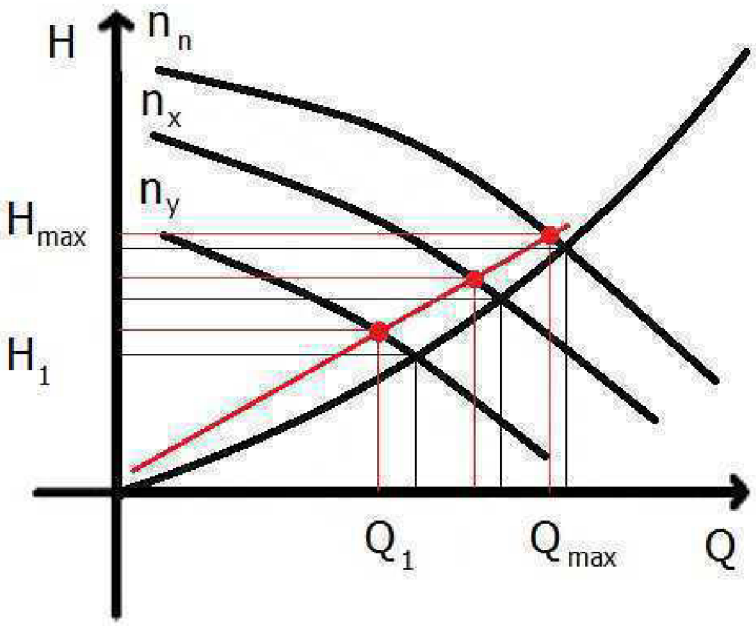


1 - měřící ústředna
2 - frekvenční měnič
3 - regulované oběhové čerpadlo
4 - snímač diferenčního tlaku

obr. 10 - Schéma otopné soustavy s čerpadlem regulovaným na konstantní tlak

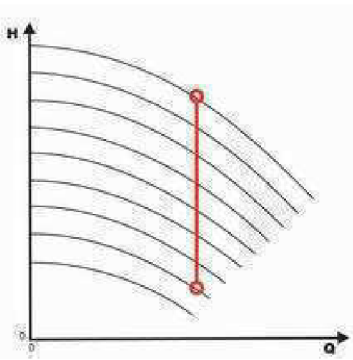
A.5.5.2 Regulace čerpadla podle regulační křivky

Jedna z moderních metod regulace čerpadel spočívá v automatickém nastavení otáček čerpadla v závislosti na potřebě průtoku a přetlaku v soustavě vytápění. Čerpadlo, respektive elektronika v něm instalovaná, automaticky nastavuje nejoptimálnější provoz tak, aby byly zajištěny potřebné parametry pro zajištění vytápění dané soustavy a zároveň aby byly nastaveny co nejnižší otáčky čerpadla a tím docházelo k maximálnímu šetření elektrické energie. Otáčky čerpadla se mění podle předem nastavené regulační křivky. Úspora na spotřebě elektrické energie je značná, jelikož pokud snížíme otáčky čerpadla na polovinu, okamžitá potřeba elektrického příkonu se sníží na jednu osminu původní potřeby. Regulace nedosáhne nikdy naprosto přesných požadovaných parametrů, ale blíží se k nim velmi výrazně.



obr. 11 - Regulace čerpadla podle regulační křivky - černou barvou hodnoty požadované, červenou reálně dosažené

A.5.5.3 Regulace čerpadla na udržování konstantního průtoku



Touto metodou lze zajistit požadovanou konstantní hodnotu průtoku v každé cirkulační nebo jiné procesní aplikaci. Aktuální hodnota průtoku bývá nejčastěji snímána pomocí průtokového senzoru nebo s použitím clony v kombinaci s diferenčním snímačem tlaku. S měnící se průtokovou spotřebou regulace se zvedá tlak v závislosti na zvedajícím se průtoku.

obr. 12 Regulace čerpadla na konstantní průtok [5]

A.5.6 Tlak čerpadla

Výkon oběhového čerpadla je zvykem definovat pomocí tlaku čerpadla, tedy jeho tzv. dopravní (výtlačnou) výškou, která je závislá na čerpaném množství. Přitom dopravní výšku H lze přímo přepočítat na tlak, např. 10 metrů vodního sloupce odpovídá tlaku 1 bar.

Výkon čerpadla se označuje nejčastěji těmito značkami a udává se v těchto jednotkách :

- dopravní výška H (Δp) v m H_2O; *Pa*; *kPa*; *bar*; *mbar*;

- průtočné množství Q (M) v m^3/h; *l/h*; *l/s*; *kg/h*;

Pro aplikace do tepelně technických soustav se používají výhradně čerpadla odstředivá. Rozlišujeme dvě základní provedení odstředivých čerpadel :

- mokroběžná (do dopravní výšky cca 15 m)

- suchoběžná (dopravní výška od 10 do 50 m)

Suchoběžná oběhová čerpadla mají větší oběžné kolo, aby bylo schopno vytvářet vyšší tlak (překonávat vyšší dopravní výšku). Základní rozdíl mezi suchoběžnými a mokroběžnými oběhovými čerpadly je v tom, že u konstrukce mokroběžného čerpadla proudí kolem všech rotujících částí uvnitř čerpadla otopná voda, která zároveň obstarává mazání ložisek a chlazení motoru.

Mokroběžná čerpadla se nesmějí pouštět bez vodní náplně, hrozí u nich zadření ložisek.

U suchoběžného čerpadla se motor a součásti dopravující otopnou vodu navzájem oddělují, tzn. že valivá ložiska mají samostatné mazání a motor se chladí vzduchem.

Čerpadla menších výkonů se zpravidla umisťují přímo do potrubí a připojují se k potrubí podle velikosti buď na závit nebo pomocí příruby.

U větších otopných systémů s čerpaným množstvím řádově ve stovkách m^3/h se používají tzv. kozlíková čerpadla, která mají vlastní čerpadlo a motor konstrukčně odděleny a uloženy na společné základové desce. Tato čerpadla mají axiální vstup a radiální výstup čerpaného média. Běžně se používají pro přečerpávání kondenzátu. Pro instalaci vyžadují více místa.

V systémech vytápění se používají pro oběh topné vody především čerpadla mokroběžná pro instalaci do potrubí.

A.5.7 Čerpadlo v otopné soustavě, vliv jeho polohy

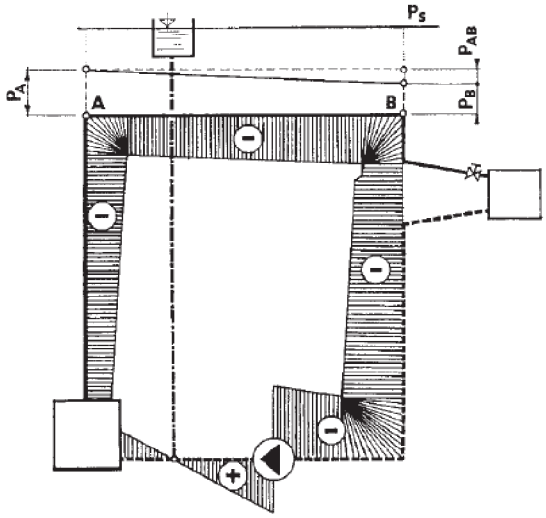
Čerpadla v otopných soustavách se začala více používat ve 20. letech 20. století s ohledem na neustále se zvyšující požadavky na komfort vytápění, protože u plošně rozlehlých budov již nebylo možné realizovat otopné soustavy jako samotížné. První čerpadla se tedy uplatňovala především v budovách občanské vybavenosti, kde byla stálá obsluha. Umisťovala se především na zpátečních potrubích kvůli menšímu teplotnímu namáhání, bývala ovšem značně poruchová a požadovala neustálou kontrolu funkce a pravidelnou údržbu. Dnes je umístění čerpadel, vzhledem k výrobcem dovolené provozní teplotě až 120°C, prakticky libovolné. Umisťují se prakticky výhradně v kotelnách, poblíž zdrojů tepla. z důvodu jednodušší kontroly a údržby.

A.5.7.1 Umístění čerpadla na vratném potrubí

Při umisťování čerpadla do otopné soustavy záleží velmi podstatně na vzájemné poloze čerpadla a expanzní nádoby (dále jen EN). Na obr. 9 je zjednodušené schéma otopné soustavy s otevřenou EN, kde EN je napojena do soustavy ve směru proudění za čerpadlem. Pokud je celá soustava v klidu, v každém místě soustavy je tlak roven pouze hydrostatickému tlaku, tedy odpovídá sloupci vody nad tímto místem až po hladinu v EN. Po sepnutí čerpadla dojde k uvedení celého objemu kapaliny v soustavě do pohybu a než dojde k vyrovnání proudění v soustavě, projevuje se neustálený tlak kolísáním hladiny v EN. V místě napojení EN je nulový dynamický tlak, působí zde pouze tlak hydrostatický (statický tlak ps). To také dále znamená, že tlak vyšší než tlak statický bude v soustavě od čerpadla až po místo napojení EN, dále ve směru proudění pak bude nižší než statický (bude vznikat podtlak). Podle uvedeného obrázku je tedy jasné, že velká část otopné soustavy bude pracovat v podtlaku.

V dnešní praxi se ovšem samozřejmě setkáváme především s EN tlakovými, které převládají. Principiálně se však průběh tlaků rovná aplikaci s otevřenou EN, pouze nepůsobí tlak hydrostatický, ale provozní tlak soustavy.

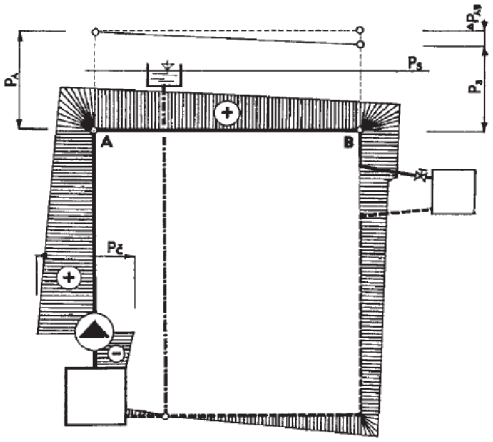
Prakticky celá soustava tedy bude pracovat v relativním podtlaku (provozní - celkový - tlak je nižší než tlak klidový - statický). V soustavě tedy vzniká reálná hrozba přisávání vzduchu v místech spojení jednotlivých prvků soustavy, a tím k možnému zavzdušňování.



obr. 12 - Umístění čerpadla na vratném potrubí a průběh tlaku [6]

A.5.7.2 Umístění čerpadla na přívodním potrubí

Na obr. 13 je znázorněno analogické zapojení jako na obr. 12 jen s jiným umístěním zaústění EN do soustavy. Tato situace je z tlakového hlediska mnohem příznivější, protože podle již uvedeného pracuje celá soustava s celkovým tlakem vyšším než statickým, tudíž tedy v přetlaku, kdy nehrozí přidávání vzduchu do soustavy a nehrozí neustále zavzdušňování.



obr. 13 - Umístění čerpadla na přívodním potrubí a průběh tlaku v soustavě [7]

A.6 Tlakové poměry v otopné soustavě

Vyváženou funkční otopnou soustavu charakterizuje v podstatě rovnováha mezi dynamickým přetlakem, vytvořeným buď přirozeně, nebo pomocí oběhového čerpadla, a tlakovými ztrátami potrubí. Toto posouzení funkčnosti provádíme většinou ve dvou krocích, kdy v prvním kroku navrhneme profily potrubí a ve druhém kroku posuzujeme hydrauliku soustavy a navrhujeme nastavení regulačních armatur. Otopná voda v uzavřeném okruhu otopné soustavy je v každém místě vystavena hydrostatickému přetlaku, a pokud je v pohybu, potom také dynamickému přetlaku.

A.6.1 Hydrostatický přetlak

Hydrostatický přetlak ps je v libovolném bodě soustavy závislý na výšce vodního sloupce nad tímto bodem a stanovuje se dle vztahu

$$p_s = H.g.\rho \quad [Pa] \qquad [6.1]$$

kde : H - výška vodního sloupce nad posuzovaným bodem [m]
g - tíhové zrychlení [m/s^2]
ρ - měrná hmotnost vody [kg/m^3]

A.6.2 Dynamický přetlak

Dynamický přetlak Δp_c způsobuje cirkulaci otopné vody v soustavě. V otopných soustavách se využívá v zásadě dvou principů vzniku tohoto přetlaku.

A.6.2.1 Soustavy s přirozeným oběhem, princip přirozeného oběhu

U přirozeného oběhu vzniká dynamický tlak Δp_c na základě rozdílu hydrostatických tlaků v přívodním a vratném potrubí. Tento rozdíl je zajištěn měnící se měrnou hmotností vody s měnící se teplotou na základě fyzikální vlastností vody. Dále ke vzniku přirozeného oběhu také dopomáhá výška vodního sloupce H v potrubí mezi zdrojem tepla a otopným tělesem. Budeme li v přívodním potrubí nazývat teplotu Θ_1 a jí náležející měrnou hmotnost ρ_1 a ve zpětném potrubí vyjádříme teplotu symbolem Θ_2 a této teplotě náležející měrnou hmotnost ρ_2 a vyjádříme-li vzniklé hydrostatické tlaky jako

$\mathbf{p_1 = H.g.\rho_1}$ **[*Pa*]** [6.2] respektive $\mathbf{p_2 = H.g.\rho_2}$ **[*Pa*]** [6.3]

pak rozdíl těchto dvou vzniklých tlaků p_1 a p_2 je námi hledaný přetlak způsobující oběh vody v otopném systému. Po krátké úpravě dojdeme ke vztahu

$$\Delta p_c = \Delta p_\rho = H.g.(\rho_1 - \rho_2) \ [Pa] \qquad [6.4]$$

kde :	Δp_c - dynamický tlak	[*Pa*]
	Δp_ρ - účinný vztlak	[*Pa*]
	H - účinná výška	[*m*]
	g - tíhové zrychlení	[m/s^2]
	ρ_1 - měrná hmotnost vody v přívodním potrubí	[kg/m^3]
	ρ_2 - měrná hmotnost vody ve vratném potrubí	[kg/m^3]

K ochlazení otopné vody dochází převážně v otopných tělesech, proto se hodnota účinného vztlaku vztahuje právě na ně. V reálu však dochází k ochlazováno otopné vody v soustavě v celé délce potrubí (pokud není ideálně tepelně izolováno) a skutečná hodnota účinného tlaku je větší o tzv. přídavný vztlak, způsobený ochlazením vody v rozvodech.

A.6.2.2 Soustavy s nuceným oběhem, princip nuceného oběhu

Do okruhu s nuceným oběhem otopné vody je zařazeno cirkulační čerpadlo, které je hlavním zdrojem dynamického přetlaku v soustavě. Účinný vztlak pak ovlivňuje celkový dynamický tlak v soustavě v závislosti na geometrickém uspořádání sítě. Dynamický přetlak lze tedy vyjádřit podle vztahu

$$\mathbf{\Delta p_c = \Delta p_č + \Delta p_ρ \ [\mathit{Pa}]} \qquad [6.5]$$

kde : Δp_c - dynamický tlak celkový [*Pa*]
$\Delta p_č$ - dynamický tlak čerpadla [*Pa*]
$\Delta p_ρ$ - účinný přirozený vztlak [*Pa*]

Účinný přirozený vztlak je obvykle řádově menší než dynamický tlak čerpadla. S ohledem na hydraulickou stabilitu soustavy je však nezbytné jej do výpočtu celkového tlaku zahrnout s tím, že u běžných otopných soustav zohledňujeme pouze jeho část. Celkový výpočtový dynamický přetlak v soustavě lze vyjádřit poměrně jednoduše vztahem

$$\mathbf{\Delta p_c = \Delta p_č + y.\Delta p_ρ \ [\mathit{Pa}]} \qquad [6.6]$$

kde za y dosazujeme poměrnou část účinného vztlaku vznikajícího v soustavě a to v rozmezí hodnot 0,4 - 0,7 [-]

Poměrná část přirozeně vznikajícího vztlaku se mění v závislosti na teplotě otopné vody a dále dle geometrie otopné soustavy. U vysokých budov může vlivem přirozeného vztlaku dojít až k nestabilitě systému. Opačný problém je při uvažování vztlaku v plném rozsahu (x = 1), kdy v přechodných obdobích není dosahováno výpočtových teplot v soustavě a vzniká nedostatek dynamického tlaku, tedy nejvzdálenější tělesa přestávají topit. Opačně může docházet k jejich přetápění.

Velkou pozornost musíme také věnovat návrhu soustavy, ve které je zdroj tepla umístěn na nejvyšším místě. V tomto případě působí přirozený vztlak proti tlaku čerpadla.

A.7 Stanovení charakteristiky potrubní sítě

Abychom mohli vykreslit charakteristiku dané potrubní sítě, musíme znát hodnoty hmotného toku, který musí čerpadlo dopravovat a zároveň znát tlakové ztráty vznikající v potrubní síti vlivem tření a místních odporů.

Hmotnostní tok - průtočné množství média, které má čerpadlo dopravovat

$$\boldsymbol{M = \frac{Q}{c.\Delta t}\ [m^3/hod]} \qquad [7.1]$$

kde : M - hmotnostní tok topného média $[m^3/hod]$
Q - přenášené teplo v kW
c - specifické teplo vody [*1,163 kWh/(m^3.h)*]
Δt - rozdíl teplot média přívodního a vratného [*K*]

A.7.1 Stanovení tlakové ztráty potrubí

Tlakové ztráty vypočteme podle příslušných vztahů pro návrh dimenzí potrubí a stanovení ztrát třením a místními (vřazenými) odpory podle vztahu 7.2.

$$\boldsymbol{\Delta ps = \Delta pst\ .\ \Delta pso\ \ [Pa]} \qquad [7.2]$$

kde : Δp_{st} - tlaková ztráta třením v úseku potrubí [*Pa*]
Δp_{so} - tlaková ztráta vloženými odpory v úseku [*Pa*]

A.7.1.1 Určení tlakových ztrát třením v potrubí

Při proudění reální kapaliny v potrubí dochází vždy k nevratným ztrátám energie (tlaku). V praxi počítáme ztráty třením podle empirických vztahů pro turbulentní proudění, jelikož za normálních podmínek v praxi laminárního proudění nedosahujeme. Pro praktický návrh se nejčastěji využívá metoda ekonomických rychlostí. Tlaková ztráta se určí z hmotnostního průtoku potrubím, z profilu potrubí a z rychlosti proudění, která by neměla z důvodu nadměrných ztrát a hlučnosti překračovat 0,8 m.s^{-1}.

$$\boldsymbol{\Delta pst = R.L\ \ [Pa]} \qquad [7.3]$$

kde : Δp_{st} - tlaková ztráta třením v úseku potrubí [*Pa*]
R - tlaková ztráta na 1m potrubí [*Pa.m^{-1}*]
L - délka úseku potrubí [*m*]

Výše použitý vztah je samozřejmě značně idealizovaný, pro praktické využití ovšem vhodný a výpočet je rychlý.

Pokud chceme tlakové ztráty určit přesně a známe experimentálně zjištěnou hodnotu součinitele třecích ztrát použitého potrubí, pak výpočet tlakové ztráty třením lze provést podle známého Weisbachova vztahu (7.4).

$$\boldsymbol{\Delta p_{st} = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{v^2}{2} \times \rho \; [Pa]} \qquad [7.4]$$

kde :	Δp_{st}	tlaková ztráta třením v úseku	$[Pa]$
	v	střední rychlost proudění	$[m.s^{-1}]$
	l	délka úseku potrubí	$[m]$
	d	vnitřní průměr potrubí	$[m]$
	λ	součinitel ztráty třením	[-]
	ρ	objemová hmotnost protékající tekutiny	$[kg.m^{-3}]$

A.7.1.2 Určení tlakových ztrát vloženými odpory v potrubí

Tlakové ztráty místními odpory vznikají v potrubí jako následek vírů, které se tvoří při změnách průřezu potrubí a změnách směru potrubí. Tyto víry odebírají tekutině energii, utlumují se vlivem viskozity tekutiny a pohybová energie kapaliny se mění na energii tepelnou. Výpočet tlakových ztrát vloženými odpory provádíme podle vztahu :

$$\boldsymbol{\Delta p_{so} = \sum \xi \times \frac{v^2}{2} \times \rho \quad [Pa]} \qquad [7.5]$$

kde :	Δp_{so}	tlaková ztráta vloženými odpory v úseku	$[Pa]$
	∑ξ	součet součinitelů vložených odporů	[-]
	v	střední rychlost proudění	$[m.s^{-1}]$
	ρ	objemová hmotnost protékající tekutiny	$[kg.m^{-3}]$

Pro běžnou technickou praxi v našem oboru je součinitel vložených odporů závislý pouze na geometrii příslušného místa, v nižších rychlostech je ale závislý i na Reynoldsově čísle. Hodnoty součinitelů vloženého odporu uvádí zcela běžně většina projekčních podkladů, učebnic a příruček.

A.7.1.3 Určení dalších tlakových ztrát

Postupy uvedené v předchozích kapitolách nejsou z pochopitelných důvodů využitelné pro konkrétní výrobky, které se ve svých hydraulických vlastnostech liší a které ani nelze zahrnout do obecných tabulek. Proto s dalšími prvky jako jsou regulační a uzavírací ventily, výměníky atd. většinou počítáme buď přímo v Pascalech, barech apod. na základě podkladů toho kterého konkrétního výrobce, které jsou udány buď ve

formě diagramu tlakových ztrát (grafická závislost tlakové ztráty na průtočném množství tekutiny, popř. na rychlosti proudění v prvku) nebo pomocí tzv, k_v hodnoty prvku, která udává závislost průtoku na jednotkovém tlakovém rozdílu.

A.7.2 Jmenovitý průtok armaturou (hodnota k_v)

Pomocí hodnoty kv (v zahraničních podkladech a literatuře často značenou jako Kv)vyjadřujeme závislost tlakové ztráty na průtoku armaturou (průtok objemový, hmotnostní). Udává tedy průtok armaturou při jednotkovém rozdílu tlaků. Tento jednotkový rozdíl je smluvně stanoven na hodnotě 1 bar (100 kPa, 0,1 MPa). Vyjádřeno vztahem, zjednodušeným pro technickou praxi, pak můžeme pro vodu zapsat :

$$k_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta p}} \quad [m^3.h^{-1}] \qquad [7.6]$$

kde :	k_v	jmenovitý průtok armaturou	$[m^3.h^{-1}]$
	Q	objemový průtok armaturou	$[m^3.h^{-1}]$
	Δp	tlaková ztráta	$[bar]$

Na základě udané hodnoty kv pak můžeme snadno dopočítat pro známý nebo navrhovaný průtok skutečnou tlakovou ztrátu armatury dle vztahu :

$$\Delta p = \left(\frac{Q}{k_v}\right)^2 \quad [bar] \qquad [7.7]$$

nebo pro známou tlakovou ztrátu lze zjistit skutečný průtok :

$$Q = k_v \times \sqrt{\Delta p} \; [m^3.h^{-1}] \qquad [7.8]$$

Ve výše uvedených vzorcích je třeba důsledně dbát na dosazování tlakových ztrát v barech (1 bar = 100 kPa = 0,1 MPa).

Hodnota k_v u plně otevřeného ventilu se označuje jako k_{v100} (100% otevření ventilu) nebo častěji jako k_{vs}, což je maximální hodnota k_v, podle které se téměř všechny regulační armatury navrhují. Povolené odchylky od výrobcem udávaných hodnot do ±10%.

A.8 REGULACE OTOPNÝCH SOUSTAV

Pro vyrovnání průtoku otopné látky v otopných soustavách je nezbytná regulace tlakových poměrů v soustavě. Podle velikosti soustavy se může regulace diferenčního tlaku provádět v zásadě centrálně nebo decentrálně. Centrální regulace se využívá spíše u menších soustav, kdežto decentrální regulace je účelnější u rozsáhlejších soustav. Jako decentrální regulace se označuje obecně regulace hydraulických poměrů jednotlivých větví otopné soustavy. Existuje také možnost provést hydraulické vyvážení omezením

průtokového množství (kvantitativní metodou) nebo pomocí regulátorů diferenčního tlaku.

Samotnou regulaci lze rozdělit na dva odlišné způsoby :

- kvalitativní, při které jsou měněny parametry vody, nejčastěji teplota vody, tedy její fyzikální vlastnost (provádí se nejčastěji pomocí třícestných ventilů ve směšovací funkci).

- kvantitativní, při které je měněn hmotnostní průtok vody, její parametry zůstávají nezměněny

A.8.1 Základní cíle hydraulického vyvažování - regulace

Základním cílem hydraulického vyvažování každé otopné soustavy je dosáhnutí stejné tlakové ztráty každého instalovaného odběrného místa při navrženém průtoku vzhledem k vybranému bodu. Vybraným bodem je nejčastěji určen zdroj tepla. Při použití některých prvků regulace, např. regulátorů diferenčního tlaku, musí být takto vybraný bod přenesen na začátek takto chráněného úseku (obvykle je takto chráněna pata objektu, paty stoupaček, jednotlivá patra) .

A.8.2 Vyvažování

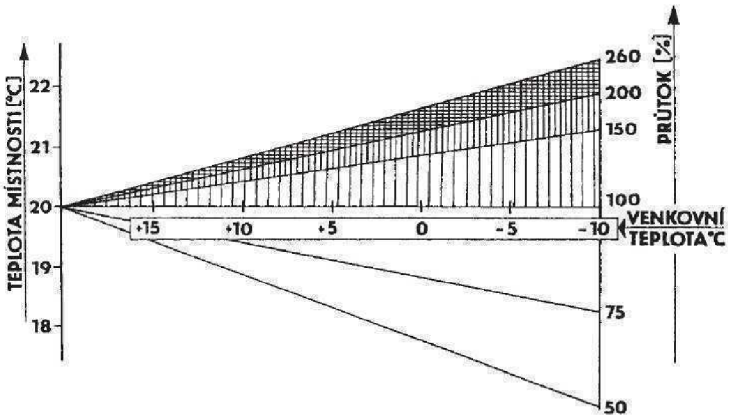
Častým problémem při návrhu potrubí a výpočtu tlakových ztrát je dodržení celkových průtoků jednotlivými částmi potrubních sítí a zároveň jejich správné rozdělování. Nejdůležitější skutečnosti, které mají neblahý vliv na návrh, se dají shrnout takto :

- Při výpočtu tlakových ztrát třením a místními odpory využíváme empirických hodnot (tabulkových), nikoli exaktních (přesně naměřených), neznáme ani skutečné součinitele třecích ztrát a místních odporů, nemáme tedy naprosto přesné podklady pro výpočet.
- Nelze se 100% pravděpodobností zaručit, že při montáži a kompletaci projektu nedojde k dodatečným změnám oproti projektové dokumentaci, což vede k novým okolnostem, velký důraz je zde kladen na lidský faktor.
- V průběhu projektování dochází často k problémům, který komponent z výrobní řady zvolit do návrhu. Nejčastěji se zvolí metoda nejbližší vyšší, čímž vytváříme již v návrhu základní předpoklad pro vyregulování potrubních sítí.
- Nastavení hodnot regulačních prvků, pokud je vůbec vypočteno a přednastaveno, získáváme stejně jako v prvním bodě na základě teorie. Zvláště pokud se jedná o rekonstrukce, nejsou vstupní data pro výpočet na dostatečné úrovni, nebo nelze důvěřovat zdrojům. Skutečné hodnoty posléze nelze nikterak ověřit.

A.8.2.1 Soustavy s konstantním průtokem (tzv. statické soustavy)

Nejčastěji lze do těchto soustav zahrnout soustavy s ručními armaturami, popř. soustavy s přepouštěním.

Pokud v soustavě s konst. průtokem vznikne místní nadprůtok některým místem soustavy, pak již zmíněný nadprůtok vyvolává nutně podprůtok jiným místem soustavy. V těchto místech s podprůtokem pak nelze dosáhnout námi projektovaných parametrů jednotlivých zařízení. Obvykle se takto vzniklý problém řeší zvýšením výkonu čerpadla, popř. změnou parametrů otopné vody. Obě řešení jsou neekonomická a mají za následek lokální přetápění, respektive přechlazení v místech se změněným průtokem, popř. se úměrně zvyšují náklady na čerpání.



obr. 14 - Ekvitermně regulovaná soustava - závislost průtoku na teplotách [8]

A.8.2.2 Soustavy s proměnným průtokem (tzv. dynamické soustavy)

Soustavy s proměnným průtokem se v dnešní době uplatňují častěji než soustavy statické. Jde především o soustavy osazené dvoucestnými regulačními armaturami s přímými pohony (tlakově nebo termostaticky regulované), elektrickým pohonem nebo elektronicky regulované.
Za výhody tohoto řešení lze považovat především :

- Úspory čerpací práce, kdy při použití moderních čerpadel s frekvenčním měničem lze dosahovat úspor na čerpací energii v řádech desítek procent. V soustavách s proměnným průtokem však lze částečně ušetřit i při použití čerpadla klasického neřízeného.
- Díky částečnému omezování průtoku většinou dojde k řádnému vychlazení vratné vody na uvažovanou teplotu, což má kladný vliv na snížení tepelných ztrát rozvodů otopné vody.

Na druhou stranu, výhody soustav s proměnným průtokem přináší do návrhu i jisté komplikace, které musíme při návrhu řešit, a to zejména tyto :

- V soustavách s proměnným průtokem dochází ke změnám tlakových parametrů v potrubní síti. Tato vlastnost může mít negativní vliv na správnou funkci a hlučnost regulační armatury.
- Pro hydraulické vyvážení tohoto typu soustav by se měli používat kombinace statických a dynamických vyvažovacích armatur. Dynamické armatury jsou sice dražší než armatury ruční, při jejich použití je ovšem soustava vyvážena za všech provozních stavů, které mohou vzniknout.

A.8.2.3 Přesnost vyvážení

Jak z výše uvedeného vyplývá, řádné vyvážení a vyregulování potrubních sítí je nezbytné a nutné pro jejich bezproblémovou a plynulou funkci. Nezodpovězenou otázkou však zůstává, s jakou přesností bychom měli toto vyvažování provádět. Z obr. 10 jasně plyne, že požadovaná přesnost vyvážení potrubní sítě je přímo závislá na požadované přesnosti dosažení vnitřní teploty. Dále je třeba také zohlednit teplotu teplonosného média a rozdíl mezi potřebným požadovaným a instalovaným výkonem.

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem není nutné ekvitermně řízené nebo jednoduché potrubní sítě vyvažovat s maximální přesností, i když by to bylo poměrně jednoduše možné. Pro zjednodušení lze přijmout tyto víceméně obecná doporučení :

- Průtok jednotlivými částmi sítě by měl být vyvážen s přesností ± 10 až ± 15 % a přívodní teplota by měla být udržována v rozmezí ± 1 až ± 1,5 K.

A.8.2.4 Návrh a funkce vyvažovacího ventilu v potrubní síti

Pokud uslyšíme sousloví vyvažovací ventil, většinou si představím ruční regulační ventil, určený pro vyvažování potrubních sítí. Není to však zcela přesné. Vyvažovací ventily jsou samostatnou kategorií armatur a jsou na ně kladeny vyšší nároky než na ruční regulační armatury a měly by již z principu jejich funkce vykazovat co nejvyšší přesnost nastavení průtoku. Bývají proto vybaveny zařízením pro co nejpřesnější indikaci polohy nastavení ventilu. Každý vyvažovací ventil musí být také vybaven odběrnými místy pro měření diferenčního tlaku, z nichž lze pomocí měřícího zařízení (často měřící ústředna) odčítat okamžitý průtok teplonosného média armaturou a její okamžitou tlakovou ztrátu. Za výhodné lze také považovat, pokud je armatura připravena pro měření teploty teplonosného média, popř. je li vybavena doplňkovými funkcemi (uzavírání, vypouštění nebo napouštění).

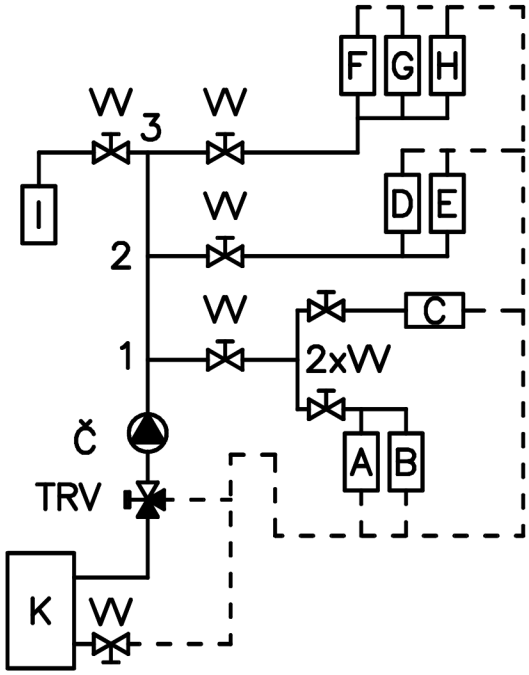
Správnému návrhu vyvažovacího ventilu je třeba věnovat mimořádnou pozornost. Pouze tak bude následné skutečné vyregulování a vyvážení potrubní sítě účinné a přesné. V praxi se lze v podstatě dopustit dvou zásadních chyb, z nichž každá má

negativní dopady na samotné vyvážení soustavy. Předimenzování armatury vede ke zvýšeným investičním nákladům a také ke zhoršení přesnosti regulace, neboť vyvažovací ventil je v provozu příliš seškrcen, což má vliv na jeho přesnost. Opačným problémem je poddimenzování armatury, kdy ani při plném otevření nelze dosáhnout požadovaného průtoku. Ideálně navržený vyvažovací ventil by měl pracovat v oblasti s nejlepší přesností, které je dosahováno mezi 50% až 100% rozsahu zdvihu vyvažovací armatury. V zásadě bychom se měli vyvarovat takovému návrhu, kdy je ventil otevřen na 25% svého zdvihu. Může se také stát, že neznáme tlakové poměry v síti, pouze průtok armaturou. Proto se vyvažovací ventily navrhují tak, aby při daném průtoku vykazovaly zcela otevřené tlakovou ztrátu minimálně 3 kPa. Při této tlakové ztrátě je již zaručena nominální přesnost armatury (ideálně odchylka do 5%).

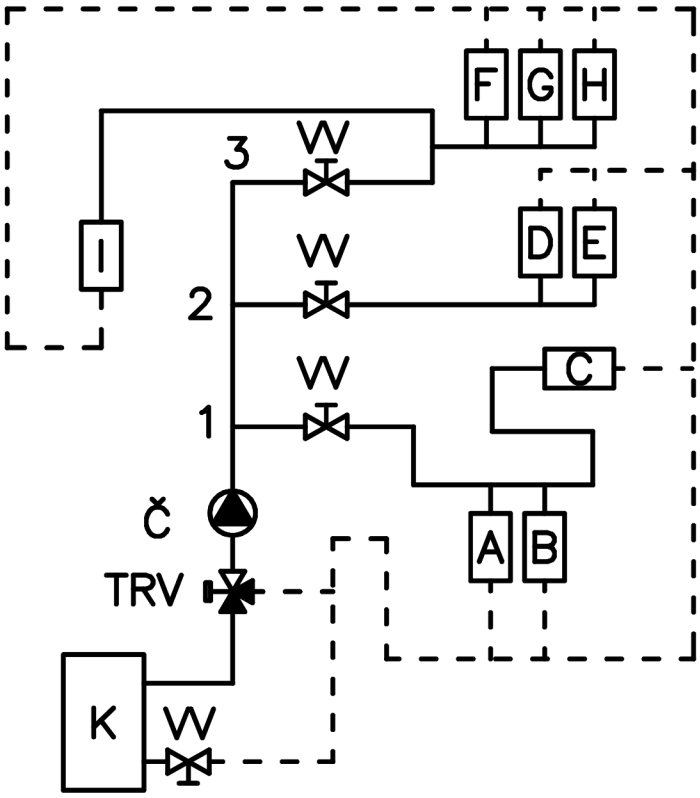
A.8.2.5 Umístění vyvažovacích ventilů v potrubní síti

Správné umístění vyvažovacích ventilů by mělo v zásadě odpovídat koncepci modulové stavby potrubní sítě. Jen tak bude zaručena možnost zajištění nezávislého vyvážení jednotlivých částí nezávisle na zbytku soustavy. Při správném strukturování budeme rovněž schopni pomocí vyvažovacích ventilů provést diagnostiku systému a v případě změn potrubní sítě v budoucnu provést poměrně jednoduše nové vyvážení celé soustavy s novými parametry.

Na obr. 11 a obr. 12 jsou příklady výhodného umístění vyvažovacích ventil v soustavě. Za jistých okolností lze osazení vyvažovacích ventilů zjednodušit. Např. pokud je úsek od bodu 3 k tělesu I krátký, respektive má malou tlakovou ztrátu, pak ho lze přímo napojit do úseku 3 - F G H bez nutnosti osazování dalšího vyvažovacího ventilu.



obr. 15 - Umístění vyvažovacích ventilů v soustavě



obr. 16 - Zjednodušené umístění vyvažovacích ventilů v soustavě

Legenda :

K - zdroj tepla
VV - vyvažovací ventil
A, B, C, D, E, F, G, H, I - místo spotřeby tepla - část otopné soustavy
TRV - trojcestný ventil
Č - čerpadlo

Vhodným napojením těles lze tedy často a s úspěchem snížit investiční náklady na systém a zároveň zachovat plnou kontrolu nad celou otopnou soustavou.

A.8.3 Přesná regulace, regulátor diferenčního tlaku

Pro co nejpřesnější regulaci většího celku, často celé otopné větve, se nejčastěji s výhodou používá tzv. regulátor diferenčního tlaku (RDT). Regulátor diferenčního tlaku je armatura, která je vybavena tak, aby uzavírala průtok kapaliny pomocí membrány, jejíž výchylka se přenáší na kuželku a při rostoucí diferenci tlaků na vstupu a na výstupu dochází k automatickému přivírání armatury,čímž je zajištěn stálý diferenční tlak těchto dvou míst soustavy.

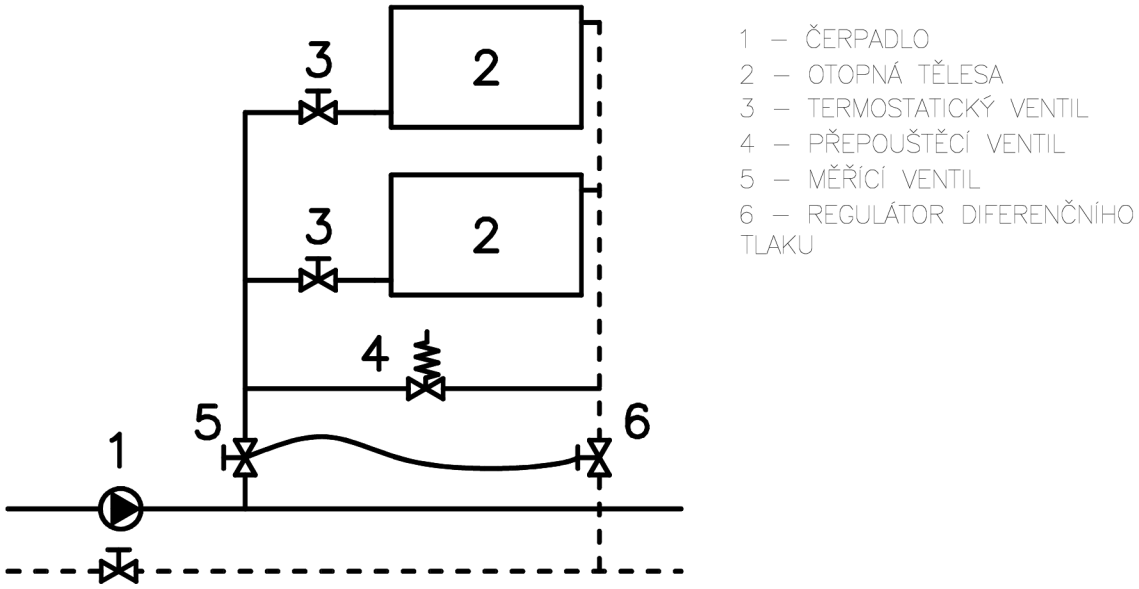
Výsledný diferenční tlak na vstupu větve se vypočítá dle vztahu 8.1.

$$Dp_s = Dp_p - Dp_{RDT} - (Dp_{MV}) \; [Pa] \qquad [8.1]$$

kde :

	Dp_s - výsledný diferenční tlak	[*Pa*]
	Dp_p - potřebná tlaková ztráta	[*Pa*]
	Dp_{RDT} - tlaková ztráta samotným regulátorem	[*Pa*]
	Dp_{MV} - tlaková ztráta měřícího ventilu	[*Pa*]

Výsledný tlak je pak udržován konstantní v širokém rozmezí změn zatížení ve větvi. Dimenze RDT se volí podle jeho maximálního průtoku, který je zpravidla jmenovitým návrhovým průtokem regulovanou větví. Pro správnou funkci RDT při uzavírání radiátorových ventilů je však třeba zabezpečit určitý minimální průtok (uváděný v jeho základních parametrech). Na obr. 17 zabezpečuje tuto funkci přepouštěcí ventil.



obr. 17 - Umístění regulátoru diferenčního tlaku v otopné soustavě

A.9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Použitá literatura :

HURYCH, Martin, Ing. *vyvažování potrubních sítí*, 3. upravené vydání. Humpolec : IMI International s.r.o., 2000. 87 s. ISBN 80-239-1956-3

PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2005, 246 s. Vytápění. ISBN 80-807-6020-9

Topenářská příručka: Svazek 2. 120 let topenářství v Čechách a na Moravě. 1. vyd. Praha: GAS, 2001, 2394 s. Vytápění. ISBN 80-861-7683-5.

RUDOLF, Jauschowetz. *Srdce teplovodního topení, hydraulika*. 1. vyd. Wien,: Herz Armaturen Ges, 2004, 200 s. Vytápění.

Použité internetové zdroje :

http://www. etatherm.cz

[1] http://www.welterbe-limes-rlp.de [2012-10-12]

[2] - [3] firemní web firmy Grundfos dostupný z http://www.grundfos.cz [2012-11-25]

[4] příručka čerpací techniky, web : http://cs.scribd.com/doc [2012-12-27]

[5] firemní web firmy DISA s.r.o. dostupný z http://www.disa.cz [2013-11-02]

[6] - [8] vyvažování potrubních sítí, dostupné z http://www.imi-international.cz [2012-12-14]

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

VEVEŘÍ 331/95, 602 00 BRNO

B - APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ

B.1 ANALÝZA OBJEKTU A KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

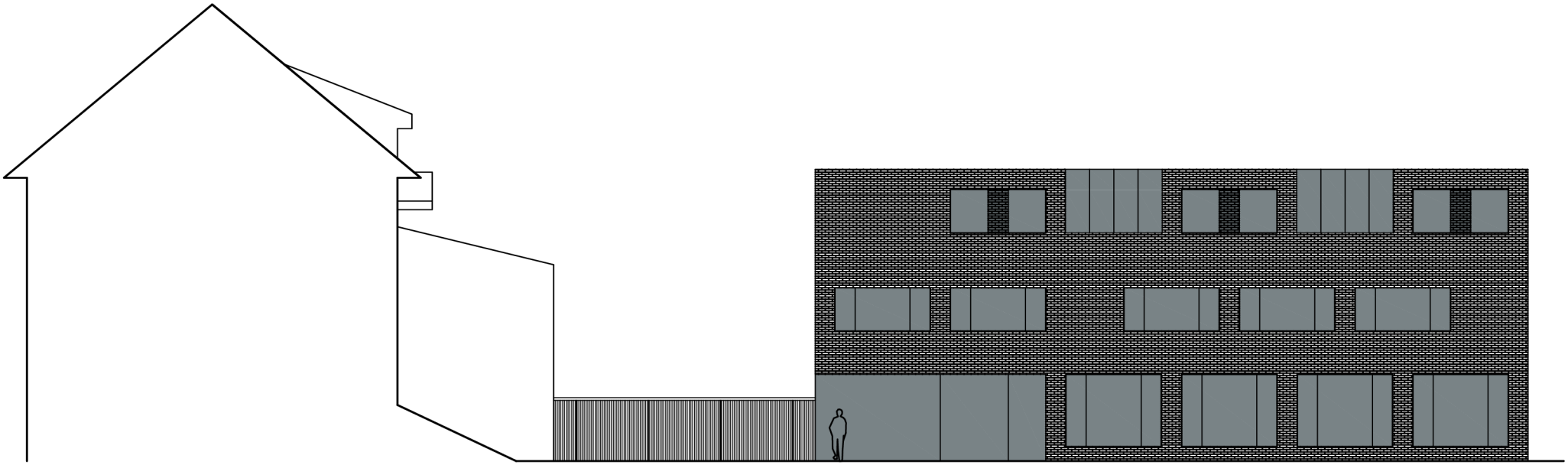
ANALÝZA OBJEKTU

Předložený projekt řeší ústřední vytápění a přípravu teplé vody v administrativní budově v centru města Žďár nad Sázavou. Konstrukční systém je zděný, stropy systémové. Objekt je členěn na část veřejnou (první nadzemní podlaží a část podlaží druhého), která bude využívána pro z části jako kancelář pojišťovny a z části jako čekárna a na část uzavřenou (zbývající část druhého nadzemního podlaží a podlaží třetí), kde bude administrativní zázemí a místnosti pro školení. Půdorysné rozměry objektu jsou přibližně 24,65 x 9,5 m. Zastavěná plocha činí 234,2 m^2. Budova je řešena jako třípodlažní, nepodsklepená, stojící na terénu. Budova je situována ve stávající městské zástavbě. V prvním nadzemním podlaží jsou umístěny dvě kanceláře, které jsou volně přístupné z venkovního prostředí a na navazující chodba, kterou jsou přístupny prostory skladů Místnost s plynovým spotřebičem, která je taktéž umístěna v prvním nadzemním podlaží, je přístupná z této chodby a dále samostatným vchodem z exteriéru a od ostatních prostor je stavebně oddělena. Dveře do chodby jsou protipožární. Schodiště umístěné v prvním nadzemním podlaží je přístupné samostatným vchodem. V druhém nadzemním podlaží je umístěno několik místností pro administrativu - kanceláří, včetně hygienického zázemí těchto prostor, a dále je zde umístěn prostor čekárny. Druhé a třetí nadzemní podlaží je přístupno schodištěm z prvního nadzemního podlaží. Ve třetím nadzemním podlaží jsou umístěny dvě větší zasedací místnosti, kde bude probíhat školení v rámci autoškoly. Dále je zde umístěna místnost pro případný nocleh personálu, hygienické zázemí, jídelna personálu a dvě kanceláře.

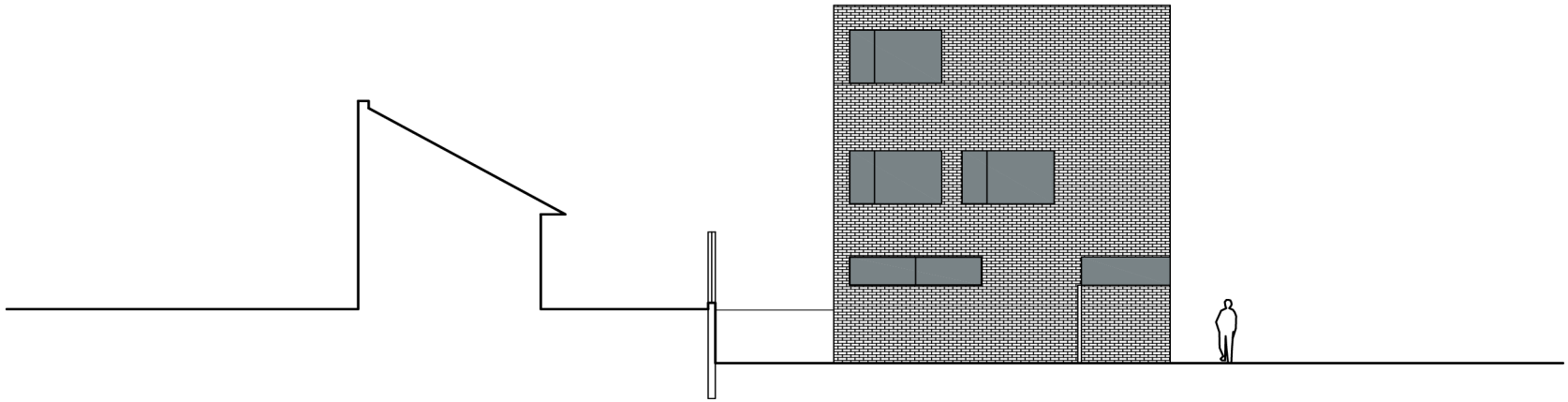
KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ PROJEKTU

Řešený víceúčelový objekt je navržen na území Českomoravské vrchoviny v nadmořské výšce cca 580 m.n.m. Venkovní výpočtová teplota činí -15 °C. Otopný systém objektu je navržen jako uzavřená dvoutrubková otopná soustava s nuceným oběhem vody. Byly provedeny dvě varianty návrhu rozvodů otopné vody, z nichž byla vybrána jako vhodnější varianta s spodním rozvodem ke stoupačkám a horizontálním rozvodem k otopným tělesům v zákrytové liště nad podlahou. Větrání veškerých prostor bude zajištěno přirozeným větráním okny, odtah znehodnoceného vzduchu bude zajištěn nucený. Navržený teplotní spád otopné soustavy je 70/55 °C. Jako zdroj tepla pro vytápění objektu a pro zásobníkový ohřev teplé vody v zimním období je navržen plynový kotel. Zařízení bude umístěno v samostatné místnosti v prvním nadzemním podlaží. Pro zásobníkový ohřev vody v letním období bude sloužit taktéž plynový kotel. Při ročním vyúčtování spotřeby energií pro vytápění a ohřev teplé vody bude využito výpočtu podle poměru podlahových ploch s tím, že veřejně přístupné plochy budou taktéž rozděleny na poměrné části a tímto bude jednotlivým nájemcům vypočítána roční spotřeba energií.

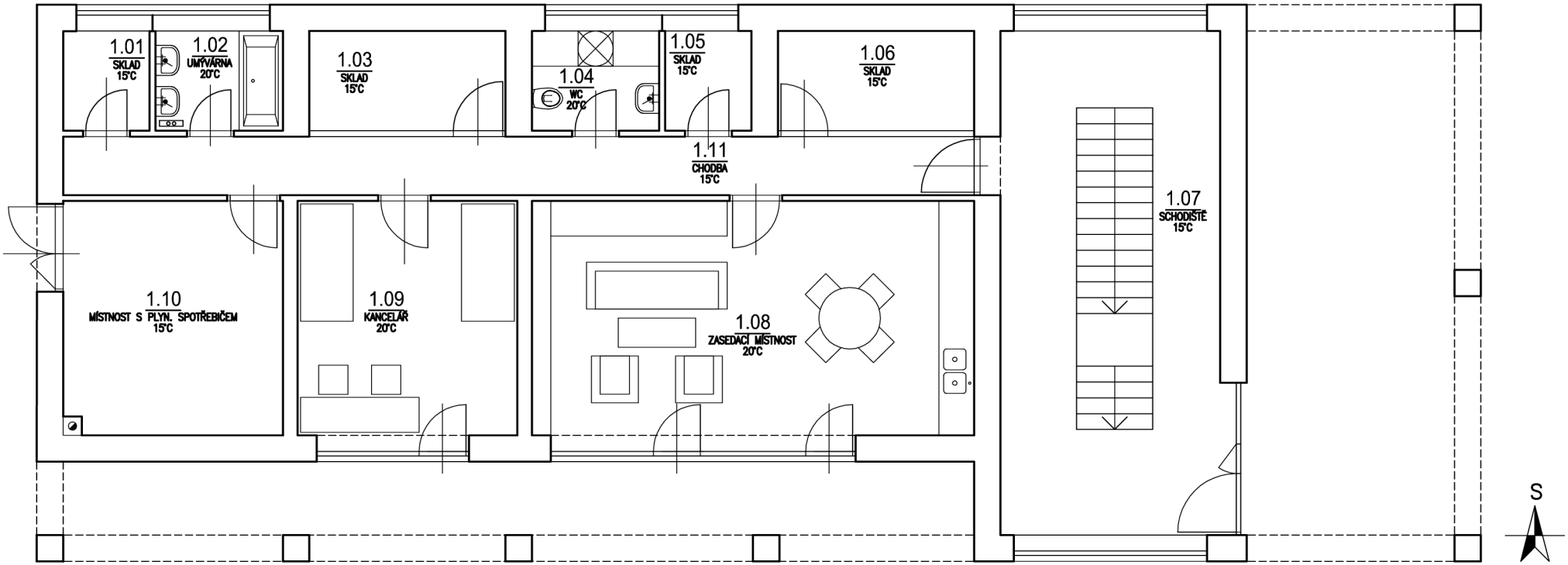
POHLED JIŽNÍ



POHLED ZÁPADNÍ

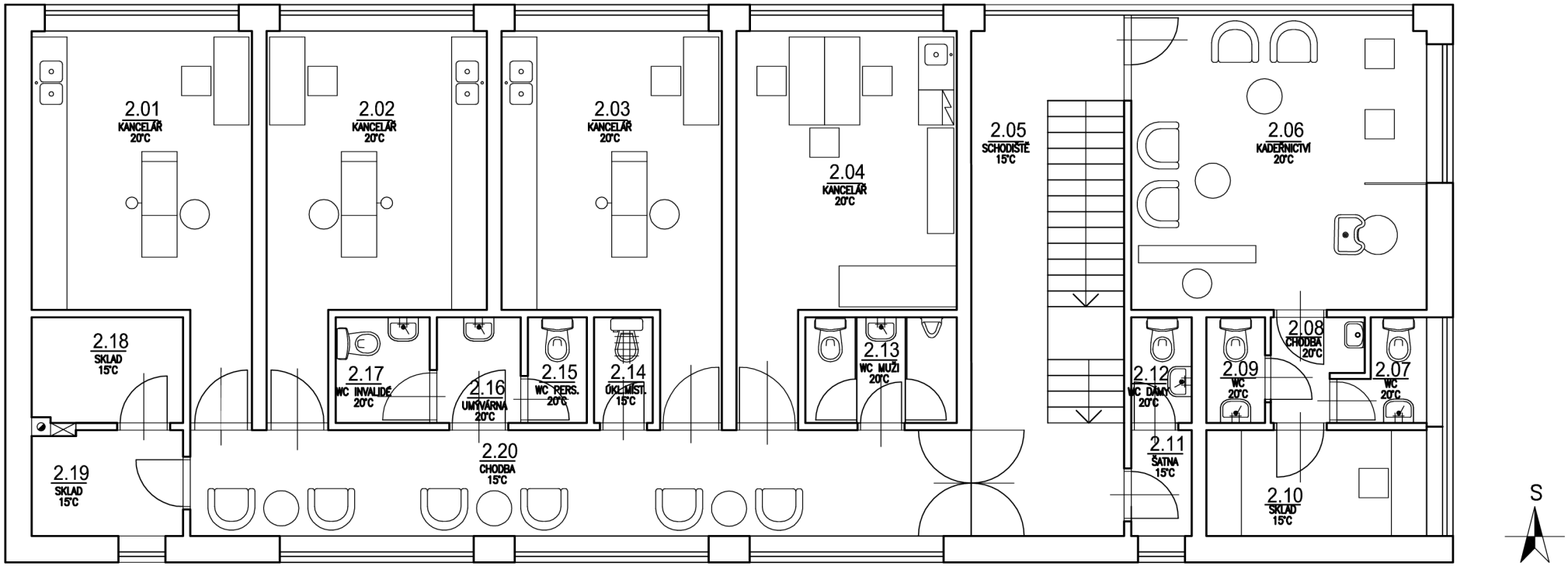


PŮDORYS 1NP – SCHÉMA + ROZMÍSTĚNÍ NÁBYTKU M 1:100



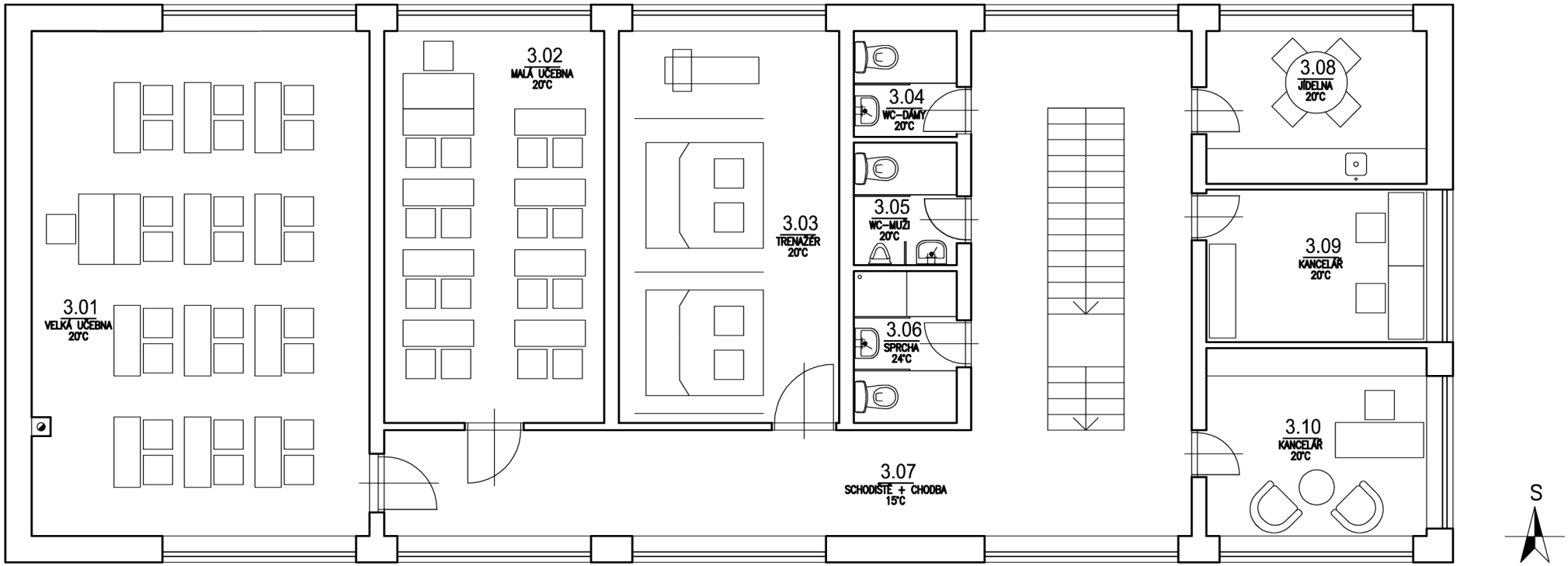
DIPLOMOVÁ PRÁCE		VUT V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ VEVEŘÍ 331/95 602 00 Brno TEL. 541 141 111 ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV	
DIPLOMANT	Bc. JIŘÍ PATÁK		
VED.DIPL.PRÁCE	Ing.MARCELA POČÍNKOVÁ, Ph.D.		
HYDRAULIKA OTOPNÝCH SYSTÉMŮ – PROJEKT		FORMÁT	1xA4
		DATUM	LEDEN 2013
1NP		MĚŘÍTKO 1:100	Č. VÝKRESU –

PŮDORYS 2NP – SCHÉMA + ROZMÍSTĚNÍ NÁBYTKU M 1:100



DIPLOMOVÁ PRÁCE		VUT V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ VEVEŘÍ 331/95 602 00 Brno TEL. 541 141 111 ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV	
DIPLOMANT	Bc. JIŘÍ PATÁK		
VED.DIPL.PRÁCE	Ing.MARCELA POČÍNKOVÁ, Ph.D.		
HYDRAULIKA OTOPNÝCH SYSTÉMŮ – PROJEKT		FORMÁT	1xA4
		DATUM	LEDEN 2013
2NP		MĚŘÍTKO 1:100	Č. VÝKRESU –

PŮDORYS 3NP – SCHÉMA + ROZMÍSTĚNÍ NÁBYTKU M 1:100



DIPLOMOVÁ PRÁCE			VUT V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ VEVEŘÍ 331/95 602 00 Brno TEL. 541 141 111 ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV	
DIPLOMANT	Bc. JIŘÍ PATÁK			
VED.DIPL.PRÁCE	Ing.MARCELA POČÍNKOVÁ, Ph.D.			
HYDRAULIKA OTOPNÝCH SYSTÉMŮ – PROJEKT			FORMÁT	1xA4
			DATUM	LEDEN 2013
3NP			MĚŘÍTKO 1:100	Č. VÝKRESU –

LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Číslo místnosti	ÚČEL MÍSTNOSTI	Teplota [°C]	PLOCHA [m^2]	MATERIÁL PODLAHY	MATERIÁL STĚN
1.01	SKLAD	15	2,50	ker. dlažba	omítka
1.02	UMÝVÁRNA	20	3,70	ker. dlažba	omítka
1.03	SKLAD	15	5,70	ker. dlažba	omítka
1.04	WC	20	3,70	ker. dlažba	ker.obklad
1.05	SKLAD	15	2,50	ker. dlažba	omítka
1.06	SKLAD	15	5,70	ker. dlažba	omítka
1.07	SCHODIŠTĚ	15	32,70	ker. dlažba	omítka
1.08	ZASEDACÍ MÍSTNOST	20	30,20	vlysy	omítka
1.09	KANCELÁŘ	20	15,00	vlysy	omítka
1.10	MÍSTNOST S PLYNOVÝM SPOTŘEBIČEM	15	14,40	ker. dlažba	omítka
1.11	CHODBA	15	15,55	ker. dlažba	omítka
2.01	KANCELÁŘ	20	19,83	vlysy	omítka
2.02	KANCELÁŘ	20	19,83	vlysy	omítka
2.03	KANCELÁŘ	20	19,83	vlysy	omítka
2.04	KANCELÁŘ	20	19,83	vlysy	omítka
2.05	SCHODIŠTĚ	15	22,95	ker. dlažba	omítka
2.06	KADEŘNICTVÍ	20	24,97	vlysy	omítka
2.07	WC	20	2,14	ker. dlažba	ker.obklad
2.08	CHODBA	20	2,37	ker. dlažba	omítka
2.09	WC	20	1,80	ker. dlažba	ker.obklad
2.10	SKLAD	15	6,75	ker. dlažba	omítka
2.11	ŠATNA	15	1,85	ker. dlažba	omítka
2.12	WC DÁMY - NÁVŠTĚVY	20	1,85	ker. dlažba	ker.obklad
2.13	WC MUŽI - NÁVŠTĚVY	20	4,64	ker. dlažba	ker.obklad
2.14	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	15	1,80	ker. dlažba	ker.obklad
2.15	WC PERSONÁL	20	1,80	ker. dlažba	ker.obklad
2.16	UMÝVÁRNA	20	2,56	ker. dlažba	ker.obklad
2.17	WC INVALIDÉ	20	2,88	ker. dlažba	ker.obklad
2.18	SKLAD	15	4,24	ker. dlažba	omítka
2.19	SKLAD	15	4,56	ker. dlažba	omítka
2.20	CHODBA	15	23,94	ker. dlažba	omítka
3.01	VELKÁ UČEBNA	20	48,90	vlysy	omítka
3.02	MALÁ UČEBNA	20	25,03	vlysy	omítka
3.03	TRENAŽÉR	20	25,03	vlysy	omítka
3.04	WC - DÁMY	20	3,15	ker. dlažba	ker.obklad
3.05	WC - MUŽI	20	3,65	ker. dlažba	ker.obklad
3.06	SPRCHA	24	4,53	ker. dlažba	ker.obklad
3.07	SCHODIŠTĚ + CHODBA	15	50,26	ker. dlažba	omítka
3.08	JÍDELNA	20	9,75	vlysy	omítka
3.09	KANCELÁŘ	20	9,75	vlysy	omítka
3.10	KANCELÁŘ	20	12,00	vlysy	omítka

B.2 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

B.2.1 Výpis součinitelů prostupu tepla navržených konstrukcí

Označ. k-ce	Popis konstrukce	U
SO01	Obvodová stěna tl. 450mm	0,19 W/m^{2}K
SN01	Vnitřní nosná stěna tl. 450mm	0,36 W/m^{2}K
SN02	Vnitřní nosná stěna tl. 250mm	1,18 W/m^{2}K
SN03	Vnitřní stěna tl. 125mm	1,90 W/m^{2}K
P01	Podlaha 1NP dlažba	0,28 W/m^{2}K
P02	Podlaha 1NP vlysy	0,25 W/m^{2}K
P03	Strop 1NP dlažba - tep. tok zdola nahoru	0,29 W/m^{2}K
P04	Strop 1NP vlysy - tep. tok zdola nahoru	0,28 W/m^{2}K
P05	Podlaha 2NP dlažba - tep. tok shora dolů	0,29 W/m^{2}K
P06	Podlaha 2NP vlysy - tep. tok shora dolů	0,27 W/m^{2}K
P07	Podlaha 2NP dlažba (podlaha chodby nad exteriérem)	0,16 W/m2K
STR1	Střecha	0,17 W/m^{2}K
OZ1	Okno plastové VEKRA	1,14 W/m^{2}K
Dex	Dveře exteriérové plastové VEKRA	1,40 W/m^{2}K
Din	Dveře interiérové SAPELI	1,97 W/m^{2}K

Vlastnosti navržených konstrukcí **vyhovují** požadavkům normy ČSN 730540-2 (2011).

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: SO01 - Obvodová stěna tl. 450mm

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0
2	Zdivo 44 P+D na maltu běžnou	0,440	0,180	7,0
3	BASF Styrodur 4000 CS tl.100-1	0,100	0,038	80,0
4	weber.dur štuk EX	0,002	0,770	15,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = 0,804+0,000 = 0,804
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,973

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 0,30 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,19 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: SN01 - Vnitřní nosná stěna tl. 450mm

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: 20,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0
2	Porotherm 44 P+D na maltu obyč	0,440	0,174	7,0
3	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = -6,436+0,000 = -6,436
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,918

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 2,70 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,36 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: SN02 - Vnitřní nosná stěna tl. 250mm

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: 20,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0
2	Porotherm 24 P+D tř. 900	0,240	0,410	8,0
3	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = -6,436+0,000 = -6,436
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,771

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 2,70 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 1,18 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: SN03 - Vnitřní stěna tl. 125mm

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: 20,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0
2	Porotherm 11.5 P+D	0,115	0,440	7,0
3	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = -6,436+0,000 = -6,436
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,674

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 2,70 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 1,90 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: P01 - Podlaha 1NP dlažba

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: 3,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,015	1,010	200,0
2	Keramzitbeton	0,050	0,560	11,0
3	Ursa XPS	0,060	0,034	100,0
4	Fatrafol 803	0,0015	0,350	24000,0
5	Ursa XPS	0,050	0,034	100,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = 0,587+0,015 = 0,602
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,931

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 0,38 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,28 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: P02 - Podlaha 1NP vlysy

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: 3,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Vlysy	0,030	0,180	157,0
2	Keramzitbeton	0,050	0,560	11,0
3	Ursa XPS	0,060	0,034	100,0
4	Fatrafol 803	0,0015	0,350	24000,0
5	Ursa XPS	0,060	0,034	100,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = 0,587+0,015 = 0,602
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,939

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 0,38 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,25 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: P03 - Strop 1NP dlažba - tep. tok zdola nahoru

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: 20,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,015	1,010	200,0
2	Keramzitbeton	0,035	0,560	11,0
3	Ursa XPS	0,080	0,034	100,0
4	Stropní konstrukce POROTHERM	0,250	0,290	18,0
5	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = -6,436+0,015 = -6,421
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,930

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 2,20 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,29 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: P04 - Strop 1NP vlysy - tep. tok zdola nahoru

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: 20,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Vlysy	0,030	0,180	157,0
2	Keramzitbeton	0,038	0,560	11,0
3	Ursa XPS	0,080	0,034	100,0
4	Stropní konstrukce POROTHERM	0,250	0,290	18,0
5	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = -6,436+0,015 = -6,421
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,933

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 2,20 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,28 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: P05 - Podlaha 2NP + 3NP dlažba - tep. tok shora dolů

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: 20,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,015	1,010	200,0
2	Keramzitbeton	0,035	0,560	11,0
3	Ursa XPS N-FT	0,080	0,034	100,0
4	Stropní konstrukce Hurdis	0,250	0,290	18,0
5	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = -6,436+0,015 = -6,421
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,930

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 2,20 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,29 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,5 kg/m2.rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: P06 - Podlaha 2 NP + 3NP vlysy - tep. tok shora dolů

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: 20,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Vlysy	0,030	0,180	157,0
2	Keramzitbeton	0,038	0,560	11,0
3	Ursa XPS	0,080	0,034	100,0
4	Stropní konstrukce POROTHERM	0,250	0,290	18,0
5	weber.dur štuk IN	0,002	0,770	12,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = -6,436+0,015 = -6,421
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,933

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 2,20 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,27 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,5 kg/m2.rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: P07 - Podlaha 2NP dlažba (podlaha chodby nad exteriérem)

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: 20,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,015	1,010	200,0
2	Keramzitbeton	0,035	0,560	11,0
3	Ursa XPS	0,080	0,034	100,0
4	Stropní konstrukce POROTHERM	0,250	0,290	18,0
5	BASF Styrodur 4000 CS tl.100-1	0,100	0,038	80,0
6	weber.dur štuk EX	0,002	0,770	15,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = -6,436+0,000 = -6,436
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,960

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 0,24 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,16 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,5 kg/m2.rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: STR1 - Střecha 2NP

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -17,0 C
Teplota na vnější straně Te: -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenocementová	0,020	0,990	19,0
2	Stropní konstrukce POROTHERM	0,250	0,290	18,0
3	Geotextilie	0,005	0,350	17,0
4	Fatrafol 810	0,002	0,350	24000,0
5	BASF Styrodur 3035 CS tl.180 m	0,180	0,040	50,0
6	Fatrafol 810	0,002	0,350	24000,0
7	Štěrk	0,141	0,650	15,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr + DeltaF = 0,804+0,000 = 0,804
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,958

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 0,24 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,17 W/m2K
U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,079 kg/m2,rok
(materiál: Fatrafol 810).
Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,079 kg/m2,rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
Roční množství zkondenzované vodní páry Mc,a = 0,0265 kg/m2,rok
Roční množství odpařitelné vodní páry Mev,a = 0,0407 kg/m2,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.
Mc,a < Mev,a ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.
Mc,a < Mc,N ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Návrh oken :

Okna VEKRA premium, šestikomorový plastový rámový systém, zasklení trojsklem

$U_{Wnavrž} = 1{,}14\ Wm^{-2}K^{-1}$

$U_{Wnorm} = 1{,}50\ Wm^{-2}K^{-1}$

$i_{LV} = 1{,}40\ 10^{-4}\ m^{-2}.s^{-1}.Pa^{-1}$

Posouzení : $U_{Wnavrž} < U_{Wnorm}$ → požadavek je splněn

Návrh exteriérových dveří :

Dveře VEKRA Futura exclusive, tříkomorový hliníkový rámový systém, zasklení trojsklem

$U_{Wnavrž} = 1{,}40\ Wm^{-2}K^{-1}$

$U_{Wnorm} = 1{,}70\ Wm^{-2}K^{-1}$

Posouzení : $U_{Wnavrž} < U_{Wnorm}$ → požadavek je splněn

Návrh interiérových dveří :

Dveře s obložkovými zárubněmi SAPELI Alegro.

$U_{Wnavrž} = 1{,}97\ Wm^{-2}K^{-1}$

B.3 PŘESNÝ VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Číslo místnosti	Účel místnosti	Teplota (°C)	Ztráta prostupem (W)	Ztráta větráním (W)	Celková ztráta místnosti (W)
1.01	SKLAD	15	70	38	108
1.02	UMÝVÁRNA	20	241	205	446
1.03	SKLAD	15	58	0	58
1.04	WC	20	271	198	469
1.05	SKLAD	15	25	40	65
1.06	SKLAD	15	82	0	82
1.07	SCHODIŠTĚ	15	872	1088	1960
1.08	ZASEDACÍ MÍSTNOST	20	869	539	1408
1.09	KANCELÁŘ	20	462	268	730
1.10	MÍSTNOST S PLYNOVÝM SPOTŘEBIČEM	15	213	459	672
1.11	CHODBA	15	24	0	24
Celková tepelná ztráta 1NP (W)			3188	2835	**6023**

Číslo místnosti	Účel místnosti	Teplota (°C)	Ztráta prostupem (W)	Ztráta větráním (W)	Celková ztráta místnosti (W)
2.01	KANCELÁŘ	20	562	354	916
2.02	KANCELÁŘ	20	369	354	723
2.03	KANCELÁŘ	20	290	354	644
2.04	KANCELÁŘ	20	541	354	895
2.05	SCHODIŠTĚ	15	-306	288	-19
2.06	KADEŘNICTVÍ	20	859	435	1294
2.07	WC	20	127	115	241
2.08	CHODBA	20	17	42	60
2.09	WC	20	13	96	110
2.10	SKLAD	15	46	106	153
2.11	ŠATNA	15	52	55	107
2.12	WC DÁMY - NÁVŠTĚVY	20	103	0	103
2.13	WC MUŽI - NÁVŠTĚVY	20	183	0	183
2.14	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	15	-159	0	-159
2.15	WC PERSONÁL	20	93	0	93
2.16	UMÝVÁRNA	20	47	0	47
2.17	WC INVALIDÉ	20	53	0	53
2.18	SKLAD	15	-85	0	-85
2.19	SKLAD	15	227	142	369
2.20	CHODBA	15	784	937	1721
Celková tepelná ztráta 2NP (W)			3817	3633	**7450**

Číslo místnosti	Účel místnosti	Teplota (°C)	Ztráta prostupem (W)	Ztráta větráním (W)	Celková ztráta místnosti (W)
3.01	VELKÁ UČEBNA	20	952	883	1834
3.02	MALÁ UČEBNA	20	559	452	1010
3.03	TRENAŽÉR	20	515	65	580
3.04	WC - DÁMY	20	74	24	98
3.05	WC - MUŽI	20	34	24	58
3.06	SPRCHA	24	297	336	633
3.07	SCHODIŠTĚ + CHODBA	15	475	1537	2012
3.08	JÍDELNA	20	574	174	748
3.09	KANCELÁŘ	20	314	174	488
3.10	KANCELÁŘ	20	599	214	814
Celková tepelná ztráta 3NP (W)			4393	3882	**8275**

Celková tepelná ztráta budovy (W)	**11399**	**10349**	**21748**

B.3.1 - PŘESNÝ VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT 1.NP

Výpočet tepelných ztrát podle EN ISO 12831

Č.M.:	1.01	SKLAD			θ_{int}=	15	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	3,17	3,40	10,78	1,56	9,22	0,19	0,05	0,24	1	1,000	2,212
OZ1	-	1,30	1,20	1,56		1,56	1,14	0,05	1,19	1	1,000	1,856
SN03	12,5	1,70	3,40	5,78		5,78	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	-1,879
SN03	12,5	1,40	3,40	4,76	1,58	3,18	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P01	-	1,70	1,45	2,47		2,47	0,28	0,05	0,33	1	0,333	0,271
P04	-	1,70	1,45	2,47		2,47	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,136
											$\sum H_{T,i}$	2,326
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**69,8**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	2,47	7,410	4,5	0,02	1	0,5	1,334	3,705	3,705		$H_{V,i}$	1,260
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**37,8**
											ϕ_i	**107,6**

Č.M.:	1.02	UMÝVÁRNA			θ_{int}=	20	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	2,25	3,40	7,65	1,56	6,09	0,19	0,05	0,24	1	1,000	1,462
OZ1	-	1,30	1,20	1,56		1,56	1,14	0,05	1,19	1	1,000	1,856
SN01	45	1,70	3,40	5,78		5,78	0,36	0,05	0,41	1	0,143	0,339
SN03	12,5	3,40	3,40	11,56	1,58	9,98	1,9	0,05	1,95	1	0,143	2,781
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,455
P01	-	1,70	2,25	3,83		3,83	0,28	0,05	0,33	1	0,429	0,541
P04	-	1,70	2,25	3,83		3,83	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	6,893
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**241,2**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	3,83	11,490	4,5	0,02	1	1,5	2,068	17,235	17,235		$H_{V,i}$	5,860
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**205,1**
											ϕ_i	**446,3**

Č.M.:	1.03	SKLAD			θ_{int}=	15	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	3,35	3,40	11,39		11,39	0,19	0,05	0,24	1	1,000	2,734
SN01	45	3,40	3,40	11,56		11,56	0,36	0,05	0,41	1	-0,167	-0,790
SN03	12,5	3,35	3,40	11,39	1,58	9,81	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P01	-	1,70	3,35	5,70		5,70	0,28	0,05	0,33	1	0,333	0,626
P04	-	1,70	3,35	5,70		5,70	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,313
											$\sum H_{T,i}$	1,944
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**58,3**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	5,7	17,100	4,5	0	1	0,5	0,000	8,550	8,550		$H_{V,i}$	2,907
	větráno přes prostor chodby						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**0,0**
											ϕ_i	**58,3**

Č.M.:	1.04	WC			θ_{int}=	20	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	2,18	3,40	7,40	2,40	5,00	0,19	0,05	0,24	1	1,000	1,199
OZ1	-	2,00	1,20	2,40		2,40	1,14	0,05	1,19	1	1,000	2,856
SN03	12,5	3,88	3,40	13,18	1,38	11,80	1,9	0,05	1,95	1	0,143	3,28 6
Din	-	0,70	1,97	1,38		1,38	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,398
SN01	45	1,70	3,40	5,78		5,78	0,36	0,05	0,41	1	0,143	0,339
P01	-	1,70	2,18	3,70		3,70	0,28	0,05	0,33	1	0,429	0,524
P04	-	1,70	2,18	3,70		3,70	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	7,739
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**270,9**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	3,7	11,100	4,5	0,02	1	1,5	1,998	16,650	16,650		$H_{V,i}$	5,661
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**198,1**
											ϕ_i	**469,0**

Č.M.:	1.05	SKLAD				θ_{int}=	15	°C		θ_e=	-15	°C
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b, f_{ij}, f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	1,53	3,40	5,19	1,56	3,63	0,19	0,05	0,24	1	1,000	0,870
OZ1	-	1,30	1,20	1,56		1,56	1,14	0,05	1,19	1	1,000	1,856
SN01	45	1,70	3,40	5,78		5,78	0,36	0,05	0,41	1	0,000	0,000
SN03	12,5	1,70	3,40	5,78		5,78	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	-1,879
SN03	12,5	1,53	3,40	5,19	1,38	3,81	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,70	1,97	1,38		1,38	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P01	-	1,70	1,53	2,59		2,59	0,28	0,05	0,33	1	0,333	0,285
P04	-	1,70	1,53	2,59		2,59	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,143
											$\sum H_{T,i}$	0,848
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**25,4**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	2,59	7,770	4,5	0,02	1	0,5	1,399	3,885	3,885		$H_{V,i}$	1,321
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**39,6**
											ϕ_i	**65,1**

Č.M.:	1.06	SKLAD				θ_{int}=	15	°C		θ_e=	-15	°C
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b, f_{ij}, f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	3,35	3,40	11,39		11,39	0,19	0,05	0,24	1	1,000	2,734
SN01	45	3,40	3,40	11,56		11,56	0,36	0,05	0,41	1	0,000	0,000
SN03	12,5	3,35	3,40	11,39	1,58	9,81	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P01	-	1,70	3,35	5,70		5,70	0,28	0,05	0,33	1	0,333	0,626
P04	-	1,70	3,35	5,70		5,70	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,313
											$\sum H_{T,i}$	2,734
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**82,0**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	5,7	17,100	4,5	0	1	0,5	0,000	8,550	8,550		$H_{V,i}$	2,907
	větráno přes prostor chodby						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**0,0**
											ϕ_i	**82,0**

Č.M.:	1.07	SCHODIŠTĚ				θ_{int}=	15	°C		θ_e=	-15	°C
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b, f_{ij}, f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	20,50	3,40	69,70	13,12	56,58	0,19	0,05	0,24	1	1,000	13, 579
OZ1	-	6,60	1,20	7,92		7,92	1,14	0,05	1,19	1	1,000	9,425
OZ1	-	1,05	2,00	2,10		2,10	1,14	0,05	1,19	1	1,000	2,499
Dex	-	1,55	2,00	3,10		3,10	1,4	0,05	1,45	1	1,000	4,495
SN01	45	2,80	3,40	9,52	1,97	7,55	0,36	0,05	0,41	1	0,000	0,000
Din	-	1,00	1,97	1,97		1,97	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
SN01	45	4,55	3,40	15,47	1,97	13,50	0,36	0,05	0,41	1	-0,167	-0,9 23
P01	-	9,50	4,65	44,18		44,18	0,28	0,05	0,33	1	0,333	4,859
P03	-	9,50	3,55	33,73		33,73	0,29	0,05	0,34	1	0,000	0,000
P04	-	9,50	1,10	10,45		10,45	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,575
											$\sum H_{T,i}$	29,076
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**872,3**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	44,175	132,525	4,5	0,03	1	0,5	35,782	66,263	106,688		$H_{V,i}$	36,274
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**1088,2**
											ϕ_i	**1960,5**

Č.M.:	1.08	ZASEDACÍ MÍSTNOST			θ_{int}=	20	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	7,55	3,40	25,67	10,40	15,27	0,19	0,05	0,24	1	1,000	3,66 5
OZ1	-	3,60	2,00	7,20		7,20	1,14	0,05	1,19	1	1,000	8,568
Dex	-	1,60	2,00	3,20		3,20	1,4	0,05	1,45	1	1,000	4,640
SN01	45	4,00	3,40	13,60		13,60	0,36	0,05	0,41	1	0,143	0,797
SN03	12,5	7,55	3,40	25,67		25,67	1,9	0,05	1,95	1	0,143	7,151
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,455
P01	-	4,00	7,55	30,20		30,20	0,28	0,05	0,33	1	0,429	4,271
P03	-	1,80	2,58	4,64		4,64	0,29	0,05	0,34	1	0,000	0,000
P04	-	4,00	6,53	26,12		26,12	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	24,820
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**868,7**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	30,2	90,600	4,5	0,03	1	0,5	24,462	45,300	45,300		$H_{V,i}$	15,402
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**539,1**
											ϕ_i	**1407,8**

Č.M.:	1.09	KANCELÁŘ			θ_{int}=	20	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	3,75	3,40	12,75	5,20	7,55	0,19	0,05	0,24	1	1,000	1,812
OZ1	-	1,80	2,00	3,60		3,60	1,14	0,05	1,19	1	1,000	4,284
Dex	-	0,80	2,00	1,60		1,60	1,4	0,05	1,45	1	1,000	2,320
SN02	25	4,00	3,40	13,60		13,60	1,18	0,05	1,23	1	0,143	2,390
SN02	25	4,00	3,40	13,60		13,60	1,18	0,05	1,23	1	0,143	2,390
SN03	12,5	3,75	3,40	12,75	1,58	11,17	1,9	0,05	1,95	1	0,143	3,11 3
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,455
P01	-	4,00	3,75	15,00		15,00	0,28	0,05	0,33	1	0,429	2,121
P03	-	1,80	2,58	4,64		4,64	0,29	0,05	0,34	1	0,000	0,000
P04	-	4,00	2,73	10,92		10,92	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	13,195
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**461,8**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	15	45,000	4,5	0,02	1	0,5	8,100	22,500	22,500		$H_{V,i}$	7,650
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**267,8**
											ϕ_i	**729,6**

Č.M.:	1.10	MÍST. S PLYN. SPOTŘEBIČEM			θ_{int}=	15	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	7,75	3,40	26,35	2,96	23,40	0,19	0,05	0,24	1	1,000	5,615
Dex	-	1,50	1,97	2,96		2,96	1,4	0,05	1,45	1	1,000	4,285
SN02	25	4,00	3,40	13,60		13,60	1,18	0,05	1,23	1	-0,167	-2,788
SN03	12,5	3,75	3,40	12,75	1,58	11,17	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,00 0
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P01	-	4,55	3,75	17,06		17,06	0,28	0,05	0,33	1	0,333	1,877
P03	-	1,80	2,58	4,64		4,64	0,29	0,05	0,34	1	-0,167	-0,263
P04	-	4,00	3,11	12,42		12,42	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,683
											$\sum H_{T,i}$	7,112
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**213,3**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	15	45,000	4,5	0	1	1	0,000	45,000	45,000		$H_{V,i}$	15,300
		větrání bude zajištěno samostatně pomocí větracích mřížek						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$			**$\phi_{V,i}$**	**459,0**
											ϕ_i	**672,3**

Č.M.:	1.11	CHODBA				θ_{int}=	15	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	$b_{,}f_{ij,}f_{g2}$	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	1,00	3,40	3,40		3,40	0,19	0,05	0,24	1	1,000	0,816
SN01	45	1,00	3,40	3,40	1,97	1,43	0,36	0,05	0,41	1	0,000	0,000
Dex	-	1,00	1,97	1,97		1,97	1,4	0,05	1,45	1	0,000	0,000
SN03	12,5	15,55	3,40	52,87	5,91	46,96	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,0 00
SN03	12,5	15,55	3,40	52,87	15,55	37,32	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	- 12,129
Din	-	3,00	1,97	5,91		5,91	1,97	0,05	2,02	1	-0,167	-1,990
Din	-	3,80	1,97	7,49		7,49	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P01	-	15,55	1,00	15,55		15,55	0,28	0,05	0,33	1	0,333	1,711
P04	-	15,55	1,00	15,55		15,55	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,855
											$\sum H_{T,i}$	0,816
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**24,5**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	15,55	46,650	4,5	0	1	0,5	0,000	23,325	23,325		$H_{V,i}$	7,931
	větráno přes prostor schodiště						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**0,0**
											ϕ_i	**24,5**

B.3.2 - PŘESNÝ ÝVPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT 2.NP

Výpočet tepelných ztrát podle EN ISO 12831

Č.M.:	2.01	KANCELÁŘ				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	8,50	3,40	28,90	3,96	24,94	0,19	0,05	0,24	1	1,000	5,986
OZ1	-	3,30	1,20	3,96		3,96	1,14	0,05	1,19	1	1,000	4,712
SN02	25	6,68	3,40	22,70		22,70	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
SN03	12,5	5,65	3,40	19,21	1,77	17,44	1,9	0,05	1,95	1	0,143	4,857
Din	-	0,90	1,97	1,77		1,77	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,512
P06	-	4,75	4,18	19,83		19,83	0,27	0,05	0,32	1	0,000	0,000
P04	-	4,75	4,18	19,83		19,83	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	16,067
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**562,3**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	19,83	59,490	4,5	0,02	1	0,5	10,708	29,745	29,745		$H_{V,i}$	10,113
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**354,0**
											ϕ_i	**916,3**

Č.M.:	2.02	KANCELÁŘ				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	3,75	3,40	12,75	3,96	8,79	0,19	0,05	0,24	1	1,000	2,110
OZ1	-	3,30	1,20	3,96		3,96	1,14	0,05	1,19	1	1,000	4,712
SN01	45	11,43	3,40	38,85		38,85	0,36	0,05	0,41	1	0,000	0,000
SN03	12,5	4,63	3,40	15,73		15,73	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
SN03	12,5	1,05	3,40	3,57	1,77	1,80	1,9	0,05	1,95	1	0,143	0,501
Din	-	0,90	1,97	1,77		1,77	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,512
P06	-	4,75	4,18	19,83		19,83	0,27	0,05	0,32	1	0,429	2,720
P04	-	4,75	4,18	19,83		19,83	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	10,554
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**369,4**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	19,83	59,490	4,5	0,02	1	0,5	10,708	29,745	29,745		$H_{V,i}$	10,113
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**354,0**
											ϕ_i	**723,4**

Č.M.:	2.03	KANCELÁŘ				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	3,75	3,40	12,75	3,96	8,79	0,19	0,05	0,24	1	1,000	2,110
OZ1	-	3,30	1,20	3,96		3,96	1,14	0,05	1,19	1	1,000	4,712
SN01	45	11,43	3,40	38,85		38,85	0,36	0,05	0,41	1	0,000	0,000
SN03	12,5	4,63	3,40	15,73		15,73	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
SN03	12,5	1,05	3,40	3,57	1,77	1,80	1,9	0,05	1,95	1	0,143	0,501
Din	-	0,90	1,97	1,77		1,77	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,512
P06	-	4,75	2,09	9,92		9,92	0,27	0,05	0,32	1	0,143	0,453
P06	-	4,75	2,09	9,92		9,92	0,27	0,05	0,32	1	0,000	0,000
P04	-	4,75	4,18	19,83		19,83	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	8,288
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**290,1**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	19,83	59,490	4,5	0,02	1	0,5	10,708	29,745	29,745		$H_{V,i}$	10,113
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**354,0**
											ϕ_i	**644,0**

Č.M.:	2.04	KANCELÁŘ				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	$b_i f_{ij} f_{g2}$	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	3,75	3,40	12,75	3,96	8,79	0,19	0,05	0,24	1	1,000	2,110
OZ1	-	3,30	1,20	3,96		3,96	1,14	0,05	1,19	1	1,000	4,712
SN02	25	6,68	3,40	22,70		22,70	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
SN02	25	4,75	3,40	16,15		16,15	1,18	0,05	1,23	1	0,143	2,838
SN03	12,5	5,63	3,40	19,13	1,77	17,35	1,9	0,05	1,95	1	0,143	4,834
Din	-	0,90	1,97	1,77		1,77	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,512
P06	-	4,75	2,09	9,92		9,92	0,27	0,05	0,32	1	0,000	0,000
P06	-	4,75	2,09	9,92		9,92	0,27	0,05	0,32	1	0,143	0,453
P04	-	4,75	4,18	19,83		19,83	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	15,459
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{T,i}$	541,0
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	19,83	59,490	4,5	0,02	1	0,5	10,708	29,745	29,745		$H_{V,i}$	10,113
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{V,i}$	354,0
											ϕ_i	895,0

Č.M.:	2.05	SCHODIŠTĚ				θ_{int}=	15	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	$b_i f_{ij} f_{g2}$	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	2,73	3,40	9,27	4,75	4,52	0,19	0,05	0,24	1	1,000	1,084
OZ1	-	2,38	2,00	4,75		4,75	1,14	0,05	1,19	1	1,000	5,653
SN02	25	6,80	3,40	23,12		23,12	1,18	0,05	1,23	1	-0,167	-4,740
SN03	12,5	9,50	3,40	32,30		32,30	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	-10,498
SN03	12,5	1,53	3,40	5,19	2,56	2,62	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	-0,853
Din	-	1,30	1,97	2,56		2,56	1,97	0,05	2,02	1	-0,167	-0,862
P03	-	2,73	6,90	18,80		18,80	0,29	0,05	0,34	1	0,000	0,000
P05	-	2,73	6,90	18,80		18,80	0,29	0,05	0,34	1,45	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	-10,216
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{T,i}$	-306,5
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	18,8	56,400	4,5	0,02	1	0,5	10,152	28,200	28,200		$H_{V,i}$	9,588
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{V,i}$	287,6
											ϕ_i	-18,8

Č.M.:	2.06	KADEŘNICTVÍ				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	$b_i f_{ij} f_{g2}$	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	9,75	3,40	33,15	12,42	20,73	0,19	0,05	0,24	1	1,000	4,975
OZ1	-	2,35	1,20	2,82		2,82	1,14	0,05	1,19	1	1,000	3,356
OZ1	-	4,80	2,00	9,60		9,60	1,14	0,05	1,19	1	1,000	11,424
SN03	12,5	5,00	3,40	17,00	1,58	15,42	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
SN03	12,5	5,03	3,40	17,09	2,96	14,13	1,9	0,05	1,95	1	0,143	3,936
Din	-	1,50	1,97	2,96		2,96	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,853
P07	-	1,05	5,03	5,28		5,28	0,16	0,05	0,21	1	0,143	0,158
P07	-	3,80	5,03	19,10		19,10	0,16	0,05	0,21	1	1,000	4,010
P04	-	1,05	5,03	5,28		5,28	0,28	0,05	0,33	1	0,143	0,249
P04	-	3,80	5,03	19,10		19,10	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	24,544
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{T,i}$	859,0
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	24,38	73,140	4,5	0,02	1	0,5	13,165	36,570	36,570		$H_{V,i}$	12,434
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{V,i}$	435,2
											ϕ_i	1294,2

Č.M.:	2.07	WC				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	$b_i f_{ij} f_{g2}$	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	1,85	3,40	6,29	2,22	4,07	0,19	0,05	0,24	1	1,000	0,977
OZ1	-	1,85	1,20	2,22		2,22	1,14	0,05	1,19	1	1,000	2,642
SN03	12,5	4,85	3,40	16,49	1,38	15,11	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,70	1,97	1,38		1,38	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P07	-	1,19	1,80	2,14		2,14	0,16	0,05	0,21	1	1,000	0,449
P04	-	1,19	1,80	2,14		2,14	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	3,619
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{T,i}$	126,7
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	2,14	6,420	4,5	0,02	1	1,5	1,156	9,630	9,630		$H_{V,i}$	3,274
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{V,i}$	114,6
											ϕ_i	241,2

Č.M.:	2.08	CHODBA				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN03	12,5	5,80	3,40	19,72	6,30	13,42	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	3,20	1,97	6,30		6,30	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P01	-	1,32	1,80	2,38		2,38	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
P07	-	1,32	1,80	2,38		2,38	0,16	0,05	0,21	1	1,000	0,499
											$\sum H_{T,j}$	0,499
							$\phi_{T,j} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**17,5**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,j}$	$V_{min,i}$	V_i			
	2,38	7,140	4,5	0	1	0,5	0,000	3,570	3,570		$H_{V,i}$	1,214
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**42,5**
											ϕ_i	**59,9**

Č.M.:	2.09	WC				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN02	25	1,80	3,40	6,12		6,12	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
SN03	12,5	3,80	3,40	12,92	1,58	11,34	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P04	-	1,80	1,00	1,80		1,80	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
P07	-	1,80	1,00	1,80		1,80	0,16	0,05	0,21	1	1,000	0,378
											$\sum H_{T,j}$	0,378
							$\phi_{T,j} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**13,2**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,j}$	$V_{min,i}$	V_i			
	1,8	5,400	4,5	0	1	1,5	0,000	8,100	8,100		$H_{V,i}$	2,754
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**96,4**
											ϕ_i	**109,6**

Č.M.:	2.10	SKLAD				θ_{int}=	15	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	5,60	3,40	19,04	2,22	16,82	0,19	0,05	0,24	1	1,000	4,037
OZ1	-	1,85	1,20	2,22		2,22	1,14	0,05	1,19	1	1,000	2,642
SN02	25	1,85	3,40	6,29		6,29	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
SN03	12,5	5,60	3,40	19,04	1,58	17,46	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	-5,676
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	-0,167	-0,531
P04	-	1,85	3,75	6,94		6,94	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,382
P07	-	1,85	3,75	6,94		6,94	0,16	0,05	0,21	1	1,000	1,457
											$\sum H_{T,j}$	1,548
							$\phi_{T,j} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**46,4**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,j}$	$V_{min,i}$	V_i			
	6,94	20,820	4,5	0,02	1	0,5	3,748	10,410	10,410		$H_{V,i}$	3,539
								$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$			**$\phi_{V,i}$**	**106,2**
											ϕ_i	**152,6**

Č.M.:	2.11	ŠATNA				θ_{int}=	15	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	1,00	3,40	3,40	0,96	2,44	0,19	0,05	0,24	1	1,000	0,586
OZ1	-	0,80	1,20	0,96		0,96	1,14	0,05	1,19	1	1,000	1,142
SN02	25	1,80	3,40	6,12		6,12	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
SN03	12,5	1,00	3,40	3,40	1,58	1,82	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	-0,593
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	-0,167	-0,531
SN03	12,5	1,80	3,40	6,12	1,58	4,54	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P03	-	1,00	1,80	1,80		1,80	0,29	0,05	0,34	1	0,000	0,000
P05	-	1,00	1,80	1,80		1,80	0,29	0,05	0,34	1,45	0,000	0,000
											$\sum H_{T,j}$	1,728
							$\phi_{T,j} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**51,8**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,j}$	$V_{min,i}$	V_i			
	1,8	5,400	4,5	0,02	1	0,5	0,972	5,400	5,400		$H_{V,i}$	1,836
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**55,1**
											ϕ_i	**106,9**

Č.M.:	2.12	WC DÁMY - NÁVŠTĚVY				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN02	25	1,80	3,40	6,12		6,12	1,18	0,05	1,23	1	0,143	1,075
SN03	12,5	2,00	3,40	6,80	1,58	5,22	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
SN03	12,5	1,80	3,40	6,12		6,12	1,9	0,05	1,95	1	0,143	1,705
P03	-	1,00	1,80	1,80		1,80	0,29	0,05	0,34	1	0,143	0,087
P05	-	1,00	1,80	1,80		1,80	0,29	0,05	0,34	1,45	0,143	0,087
											$\sum H_{T,j}$	2,955
							$\phi_{T,j} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**103,4**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,j}$	$V_{min,i}$	V_i			
	1,8	5,400	4,5	0	1	1,5	0,000	8,100	0,000		$H_{V,i}$	0,000
	větráno přes prostor 2.11						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**0,0**
											ϕ_i	**103,4**

Č.M.:	2.13	WC MUŽI - NÁVŠTĚVY			θ_{int}=	20	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	$b_{ij}f_{ij}f_{g2}$	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN02	25	1,80	3,40	6,12		6,12	1,18	0,05	1,23	1	0,143	1,075
SN03	12,5	4,38	3,40	14,88	1,58	13,30	1,9	0,05	1,95	1	0,143	3,705
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,455
SN03	12,5	4,38	3,40	14,89		14,89	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
P04	-	2,58	1,80	4,64		4,64	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
P05	-	2,58	1,80	4,64		4,64	0,29	0,05	0,34	1,45	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	5,235
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{T,i}$	183,2
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	4,64	13,920	4,5	0	1	1,5	0,000	20,880	0,000		$H_{V,i}$	0,000
	větráno přes prostor 2.20						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{V,i}$	0,0
											ϕ_i	183,2

Č.M.:	2.14	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST			θ_{int}=	15	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	$b_{ij}f_{ij}f_{g2}$	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN03	12,5	1,00	3,40	3,40	1,58	1,82	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
SN03	12,5	4,60	3,40	15,64		15,64	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	-5,083
P04	-	1,00	1,80	1,80		1,80	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,099
P05	-	1,00	1,80	1,80		1,80	0,29	0,05	0,34	1,45	-0,167	-0,102
											$\sum H_{T,i}$	-5,284
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{T,i}$	-158,5
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	1,8	5,400	4,5	0	1	0,5	0,000	2,700	0,000		$H_{V,i}$	0,000
	větráno přes prostor 2.20						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{V,i}$	0,0
											ϕ_i	-158,5

Č.M.:	2.15	WC PERSONÁL			θ_{int}=	20	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	$b_{ij}f_{ij}f_{g2}$	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN03	12,5	2,80	3,40	9,52		9,52	1,9	0,05	1,95	1	0,143	2,652
SN03	12,5	2,80	3,40	9,52	1,58	7,94	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P04	-	1,00	1,80	1,80		1,80	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
P05	-	1,00	1,80	1,80		1,80	0,29	0,05	0,34	1,45	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	2,652
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{T,i}$	92,8
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	1,8	5,400	4,5	0	1	1,5	0,000	8,100	0,000		$H_{V,i}$	0,000
	větráno přes prostor 2.20						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{V,i}$	0,0
											ϕ_i	92,8

Č.M.:	2.16	UMÝVÁRNA			θ_{int}=	20	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	$b_{ij}f_{ij}f_{g2}$	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN03	12,5	1,40	3,40	4,76	1,97	2,79	1,9	0,05	1,95	1	0,143	0,777
Din	-	1,00	1,97	1,97		1,97	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,568
SN03	12,5	5,00	3,40	17,00	3,35	13,65	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	1,70	1,97	3,35		3,35	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P04	-	1,40	1,80	2,52		2,52	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
P05	-	1,40	1,80	2,52		2,52	0,29	0,05	0,34	1,45	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	1,346
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{T,i}$	47,1
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	2,52	7,560	4,5	0	1	1,5	0,000	11,340	0,000		$H_{V,i}$	0,000
	větráno přes prostor 2.20						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{V,i}$	0,0
											ϕ_i	47,1

Č.M.:	2.17	WC INVALIDÉ			θ_{int}=	20	°C		θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	$b_{ij}f_{ij}f_{g2}$	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN03	12,5	5,00	3,40	17,00	1,77	15,23	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,90	1,97	1,77		1,77	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
SN03	12,5	1,60	3,40	5,44		5,44	1,9	0,05	1,95	1	0,143	1,515
P04	-	1,60	1,80	2,88		2,88	0,28	0,05	0,33	1	0,000	0,000
P05	-	1,60	1,80	2,88		2,88	0,29	0,05	0,34	1,45	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	1,515
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{T,i}$	53,0
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	2,88	8,640	4,5	0	1	1,5	0,000	12,960	0,000		$H_{V,i}$	0,000
	větráno přes prostor 2.20						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				$\phi_{V,i}$	0,0
											ϕ_i	53,0

Č.M.:	2.18	SKLAD				θ_{int}=	15	°C		θ_e=	-15	°C
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b_{ij}, f_{ij}, f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN01	45	1,80	3,40	6,12		6,12	0,36	0,05	0,41	1	1,000	2,509
SN03	12,5	2,58	3,40	8,76	1,58	7,18	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
SN03	12,5	4,38	3,40	14,88		14,88	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	-4,834
P04	-	2,58	1,80	4,64		4,64	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,255
P05	-	2,58	1,80	4,64		4,64	0,29	0,05	0,34	1,45	-0,167	-0,263
											$\sum H_{T,i}$	-2,843
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**-85,3**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	4,64	13,920	4,5	0	1	0,5	0,000	6,960	0,000		$H_{V,i}$	0,000
	větráno přes prostor 2.19						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**0,0**
											ϕ_i	**-85,3**

Č.M.:	2.19	SKLAD				θ_{int}=	15	°C		θ_e=	-15	°C
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b_{ij}, f_{ij}, f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN01	45	4,38	3,40	14,88	0,96	13,92	0,36	0,05	0,41	1	1,000	5,705
OZ1	-	0,80	1,20	0,96		0,96	1,14	0,05	1,19	1	1,000	1,142
SN03	12,5	4,38	3,40	14,88	3,15	11,72	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	1,60	1,97	3,15		3,15	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
P04	-	2,58	1,80	4,64		4,64	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-0,255
P07	-	2,58	1,80	4,64		4,64	0,16	0,05	0,21	1	1,000	0,973
											$\sum H_{T,i}$	7,566
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**227,0**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	4,64	13,920	4,5	0,02	1	0,5	2,506	6,960	13,920		$H_{V,i}$	4,733
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**142,0**
											ϕ_i	**369,0**

Č.M.:	2.20	CHODBA				θ_{int}=	15	°C		θ_e=	-15	°C
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b_{ij}, f_{ij}, f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN01	45	13,30	3,40	45,22	11,88	33,34	0,36	0,05	0,41	1	1,000	13,6 69
OZ1	-	9,90	1,20	11,88		11,88	1,14	0,05	1,19	1	1,000	14,137
SN03	12,5	4,50	3,40	15,30	7,88	7,42	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
Din	-	4,00	1,97	7,88		7,88	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
SN03	12,5	4,80	3,40	16,32	8,27	8,05	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	-2,615
Din	-	4,20	1,97	8,27		8,27	1,97	0,05	2,02	1	-0,167	-2,786
P04	-	13,30	1,80	23,94		23,94	0,28	0,05	0,33	1	-0,167	-1,317
P07	-	13,30	1,80	23,94		23,94	0,16	0,05	0,21	1	1,000	5,027
											$\sum H_{T,i}$	26,117
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**783,5**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	23,94	71,820	4,5	0,03	1	0,5	19,391	35,910	91,890		$H_{V,i}$	31,243
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**937,3**
											ϕ_i	**1720,8**

B.3.3 - PŘESNÝ VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT 3.NP

Výpočet tepelných ztrát podle EN ISO 12831

Č.M.:	3.01	VELKÁ UČEBNA				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	20,10	3,40	68,34	7,92	60,42	0,19	0,05	0,24	1	1,000	14,01
OZ1	-	6,60	1,20	7,92		7,92	1,14	0,05	1,19	1	1,000	9,425
SN02	25	6,80	3,40	23,12		23,12	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
SN02	25	1,80	3,40	6,12	1,77	4,35	1,18	0,05	1,23	1	0,143	0,764
Din	-	0,90	1,97	1,77		1,77	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,512
STR1	-	8,60	5,75	49,45		49,45	0,17	0,05	0,22	1	0,143	1,554
P06	-	2,64	3,60	9,50		9,50	0,27	0,05	0,32	1	0,143	0,434
P06	-	6,95	5,75	39,95		39,95	0,27	0,05	0,32	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	27,189
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**951,6**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	49,45	148,350	4,5	0,03	1	0,5	40,055	74,175	74,175		$H_{V,i}$	25,220
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**882,7**
											ϕ_i	**1834,3**

Č.M.:	3.02	MALÁ UČEBNA				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	3,75	3,40	12,75	3,96	8,79	0,19	0,05	0,24	1	1,000	2,110
OZ1	-	3,30	1,20	3,96		3,96	1,14	0,05	1,19	1	1,000	4,712
SN02	25	13,50	3,40	45,90		45,90	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
SN03	12,5	3,75	3,40	12,75	1,77	10,98	1,9	0,05	1,95	1	0,143	3,08
Din	-	0,90	1,97	1,77		1,77	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,512
STR1	-	3,75	6,75	25,31		25,31	0,17	0,05	0,22	1	1,000	5,569
P06	-	3,75	6,75	25,31		25,31	0,27	0,05	0,32	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	15,960
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**558,6**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	25,31	75,930	4,5	0,02	1	0,5	13,667	37,965	37,965		$H_{V,i}$	12,908
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**451,8**
											ϕ_i	**1010,4**

Č.M.:	3.03	TRENAŽÉR				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	3,75	3,40	12,75	3,96	8,79	0,19	0,05	0,24	1	1,000	2,110
OZ1	-	3,30	1,20	3,96		3,96	1,14	0,05	1,19	1	1,000	4,712
SN02	25	10,90	3,40	37,06		37,06	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
SN02	25	2,60	3,40	8,84		8,84	1,18	0,05	1,23	1	-0,114	-1,243
SN03	12,5	3,75	3,40	12,75	1,97	10,78	1,9	0,05	1,95	1	0,143	3,08
Din	-	1,00	1,97	1,97		1,97	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,568
STR1	-	3,75	6,75	25,31		25,31	0,17	0,05	0,22	1	1,000	5,569
P06	-	3,75	6,75	25,31		25,31	0,27	0,05	0,32	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	14,720
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**515,2**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	25,31	75,930	4,5	0,02	1	0,5	13,667	37,965	37,965		$H_{V,i}$	12,908
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**64,5**
											ϕ_i	**579,7**

Č.M.:	3.04	WC - DÁMY				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	1,75	3,40	5,95		5,95	0,19	0,05	0,24	1	1,000	1,428
SN02	25	3,60	3,40	12,24	1,58	10,66	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,000	0,000
SN03	12,5	1,75	3,40	5,95		5,95	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
STR1	-	1,75	1,80	3,15		3,15	0,17	0,05	0,22	1	1,000	0,693
P06	-	1,75	1,80	3,15		3,15	0,27	0,05	0,32	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	2,121
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**74,2**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	3,15	9,450	4,5	0	1	1,5	0,000	14,175	14,175		$H_{V,i}$	4,820
	větráno přes prostor 3.07						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**24,1**
											ϕ_i	**98,3**

Č.M.:	3.05	WC - MUŽI				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN02	25	2,10	3,40	7,14		7,14	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
SN02	25	2,10	3,40	7,14	1,77	5,37	1,18	0,05	1,23	1	0,143	0,943
Din	-	0,90	1,97	1,77		1,77	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,512
SN03	12,5	1,75	3,40	5,95		5,95	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
SN03	12,5	1,75	3,40	5,95		5,95	1,9	0,05	1,95	1	-0,114	-1,326
STR1	-	1,75	1,80	3,15		3,15	0,17	0,05	0,22	1	1,000	0,693
P05	-	1,75	1,80	3,15		3,15	0,29	0,05	0,34	1,45	0,143	0,153
											$\sum H_{T,i}$	0,975
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**34,1**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	3,15	9,450	4,5	0	1	1,5	0,000	14,175	14,175		$H_{V,i}$	4,820
	větráno přes prostor 3.07						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**24,1**
											ϕ_i	**58,2**

Č.M.:	3.06	SPRCHA				θ_{int}=	24	°C	θ_e=	-15	°C	
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SN02	25	2,60	3,40	8,84		8,84	1,18	0,05	1,23	1	0,000	0,000
SN02	25	2,60	3,40	8,84	1,58	7,26	1,18	0,05	1,23	1	0,231	2,062
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,103	0,327
SN03	12,5	1,75	3,40	5,95		5,95	1,9	0,05	1,95	1	0,231	2,678
SN03	12,5	1,75	3,40	5,95		5,95	1,9	0,05	1,95	1	0,103	1,190
STR1	-	2,60	1,75	4,55		4,55	0,17	0,05	0,22	1	1,000	1,001
P05	-	2,60	1,75	4,55		4,55	0,29	0,05	0,34	1,45	0,231	0,357
											$\sum H_{T,i}$	7,614
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**296,9**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	24,38	73,140	4,5	0	1	1,5	0,000	109,710	109,710		$H_{V,i}$	37,301
	větráno přes prostor 3.07						$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**335,7**
											ϕ_i	**632,7**

Č.M.:	3.07	SCHODIŠTĚ + CHODBA				θ_{int}=	15	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	17,50	3,40	59,50	15,84	43,66	0,19	0,05	0,24	1	1,000	10,478
OZ1	-	13,20	1,20	15,84		15,84	1,14	0,05	1,19	1	1,000	18,850
SN02	25	17,20	3,40	58,48	11,43	47,05	1,18	0,05	1,23	1	-0,167	-9,646
Din	-	5,80	1,97	11,43		11,43	1,97	0,05	2,02	1	-0,167	-3,847
SN03	12,5	9,75	3,40	33,15	5,32	27,83	1,9	0,05	1,95	1	-0,167	-9,045
Din	-	2,70	1,97	5,32		5,32	1,97	0,05	2,02	1	-0,167	-1,791
STR1	-	3,75	8,60	32,25		32,25	0,17	0,05	0,22	1	1,000	7,095
STR1	-	1,80	10,00	18,00		18,00	0,17	0,05	0,22	1	1,000	3,960
P07	-	2,75	8,60	23,65		23,65	0,16	0,05	0,21	1	0,000	0,000
P07	-	1,00	8,60	8,60		8,60	0,16	0,05	0,21	1	-0,167	-0,301
P07	-	1,80	10,00	18,00		18,00	0,16	0,05	0,21	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	15,835
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**475,1**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	50,25	150,750	4,5	0,02	1	0,5	27,135	75,375	213,435		$H_{V,i}$	51,224
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**1536,7**
											ϕ_i	**2011,8**

Č.M.:	3.08	JÍDELNA				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	6,35	3,40	21,59	3,96	17,63	0,19	0,05	0,24	1	1,000	4,231
OZ1	-	3,30	1,20	3,96		3,96	1,14	0,05	1,19	1	1,000	4,712
SN02	25	2,60	3,40	8,84	1,77	7,07	1,18	0,05	1,23	1	0,143	1,242
Din	-	0,90	1,97	1,77		1,77	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,512
SN03	12,5	3,75	3,40	12,75		12,75	1,9	0,05	1,95	1	0,143	3,552
STR1	-	3,75	2,60	9,75		9,75	0,17	0,05	0,22	1	1,000	2,145
P06	-	3,75	2,60	9,75		9,75	0,27	0,05	0,32	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	16,394
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**573,8**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	9,75	29,250	4,5	0,02	1	0,5	5,265	14,625	14,625		$H_{V,i}$	4,973
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**174,0**
											ϕ_i	**747,8**

Č.M.:	3.09	KANCELÁŘ				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	2,60	3,40	8,84	3,12	5,72	0,19	0,05	0,24	1	1,000	1,373
OZ1	-	2,60	1,20	3,12		3,12	1,14	0,05	1,19	1	1,000	3,713
SN02	25	2,60	3,40	8,84	1,77	7,07	1,18	0,05	1,23	1	0,143	1,242
Din	-	0,90	1,97	1,77		1,77	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,512
SN03	12,5	7,50	3,40	25,50		25,50	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
STR1	-	3,75	2,60	9,75		9,75	0,17	0,05	0,22	1	1,000	2,145
P06	-	3,75	2,60	9,75		9,75	0,27	0,05	0,32	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	8,984
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**314,4**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	9,75	29,250	4,5	0,02	1	0,5	5,265	14,625	14,625		$H_{V,i}$	4,973
							$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{V,i}$**	**174,0**
											ϕ_i	**488,5**

Č.M.:	3.10	KANCELÁŘ				θ_{int}=	20	°C	θ_e=	-15	°C		
Ozn.	Tloušťka	Délka	Šířka / Výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel Uk	ΔU	U_{kce} $U_{equiv,bf}$	f_{g1}	b,f_{ij},f_{g2}	H_T
-	cm	m	m	m^2	m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K	-	-	W/K
SO01	45	6,95	3,40	23,63	7,08	16,55	0,19	0,05	0,24	1	1,000	3,972
OZ1	-	5,90	1,20	7,08		7,08	1,14	0,05	1,19	1	1,000	8,425
SN02	25	3,20	3,40	10,88	1,58	9,30	1,18	0,05	1,23	1	0,143	1,635
Din	-	0,80	1,97	1,58		1,58	1,97	0,05	2,02	1	0,143	0,455
SN03	12,5	3,75	3,40	12,75		12,75	1,9	0,05	1,95	1	0,000	0,000
STR1	-	3,20	3,75	12,00		12,00	0,17	0,05	0,22	1	1,000	2,640
P06	-	3,20	3,75	12,00		12,00	0,27	0,05	0,32	1	0,000	0,000
											$\sum H_{T,i}$	17,127
							$\phi_{T,i} = \sum H_T * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				**$\phi_{T,i}$**	**599,4**
	$A_{podlahy}$	V_m	n_{50}	e	ε	n_{min}	$V_{inf,i}$	$V_{min,i}$	V_i			
	12,00	36,000	4,5	0,03	1	0,5	9,720	18,000	18,000		$H_{V,i}$	6,120
								$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) =$			**$\phi_{V,i}$**	**214,2**
											ϕ_i	**813,6**

B.4 Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Administrativní budova Masarykovo náměstí 142, Žďár nad Sázavou, 591 01 Žďár nad Sázavou, č. kat 176258 JAP Group s.r.o.
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	JAP Group s.r.o.
Adresa	Janáčkova 7, Žďár nad Sázavou, 591 01
Telefon / e-mail	56258368 / info@japgroup.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	2239,82 m^3
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1172,25 m^2
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,5234
Převažující vnitřní teplota v otopném období $_{im}$	19 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	- 15 °C

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A_i (m^2)	Součinitel prostupu tepla U_i ($W . m^{-2}.K^{-1}$)	Požadovaný součinitel prostupu tepla U_N ($W . m^{-2}.K^{-1}$)	Činitel teplotní redukce b_i (-)	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{Ti} = A_i.U_i.b_i$ ($W.K^{-1}$)
SO01	564,15	0,19	0,30	1	107,19
P01	169,95	0,28	0,38	0,44	20,94
P02	54,60	0,25	0,38	0,44	6,01
P07	27,20	0,16	0,24	1	43,52
STR1	234,18	0,17	0,24	1	39,81
OZ1	114,27	1,14	1,50	1	130,27
Dex	7,9	1,40	1,70	1	11,06
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	ΣA_i 1172,25	ΔU_{tbm} 0,05			Σ 358,8 58,61
Celkem					Σ 417,41

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2.

Stanovení prostupu tepla obálkou

Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T/A$	$W.K^{-1}$	0,36
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$	$W.m^{-2}.K^{-1}$	0,55
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	$W.m^{-2}.K^{-1}$	1,05

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m^2.K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel
A	$U_{em} \leq 0,5.\ U_{em,N}$	Velmi úsporná	0,5
B	$0,5.U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75.\ U_{em,N}$	Úsporná	0,57
C	$0,75.U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	1,0
D	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5.U_{em,N}$	Nevyhovující	1,5
E	$1,5.U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0.U_{em,N}$	Nehospodárná	2,0
F	$2,0.U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5.U_{em,N}$	Velmi nehospodárná	2,5
G	$U_{em} > 2,5.U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná	

Klasifikace : B - úsporná
Datum vystavení energetického štítku : 16.10.2012
Zpracovatel energetického štítku obálky budovy : Jiří Paták
Adresa zpracovatele : Záblatí 17
IČO : -
Zpracoval: Jiří Paták, diplomant 2012/2013 Podpis:.....

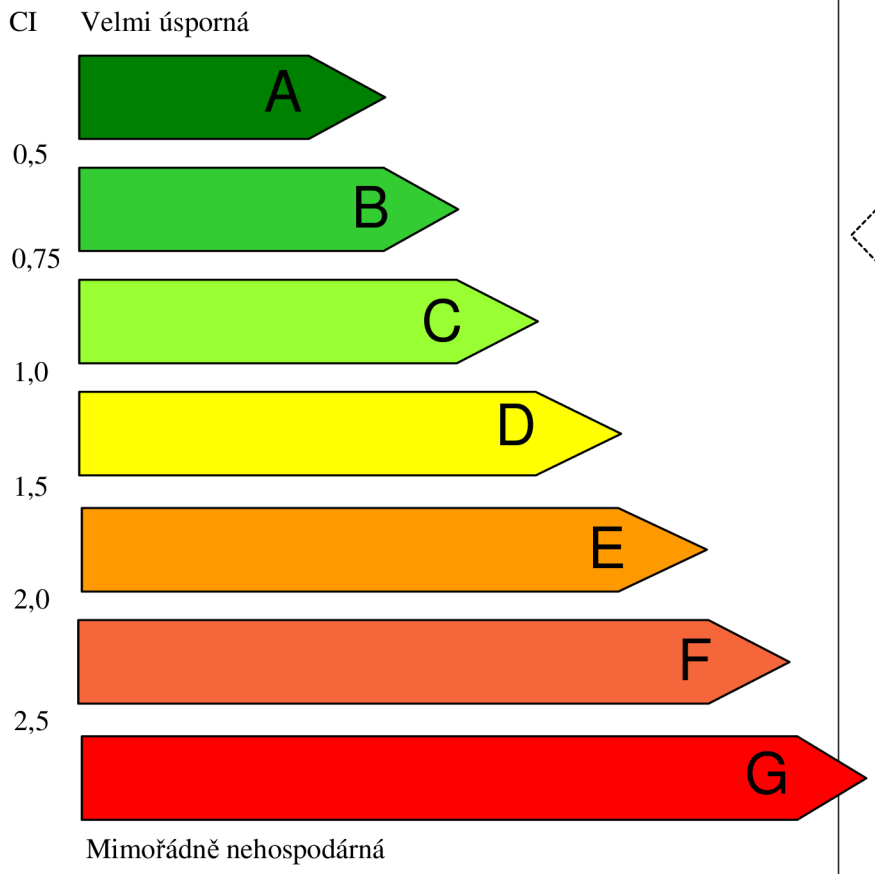
Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

	Referenční budova				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m^2]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m^2.K)]	Redukční činitel b [--]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T	Plocha A [m^2]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m^2.K)]	Redukční činitel b [--]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T
Celkem započitatelná plocha výplní otvorů [1)]	114,27 7,9	1,5 1,7	1 1	171,41 13,43	114,27 7,9	1,14 1,4	1 1	130,27 11,06
Celkem obvodové stěny po odečtení výplně otvorů	564,15 27,20	0,3 0,3	1 1	169,25 8,16	564,15 27,20	0,19 0,16	1 1	107,19 4,35
Zbývající část plochy výplně otvorů započtená jako obvodová stěna [1)]	0			0	0			0
Střecha	234,18	0,24	1	56,20	234,18	0,17	1	39,81
Podlaha na terénu	169,65 54,60	0,45 0,45	0,44 0,44	33,59 10,81	169,95 54,60	0,28 0,25	0,44 0,44	20,94 6,01
Celkem	1172,25			462,85	1172,25			319,63
Tepelné vazby [2)]	0,02 x 1172,25			23,45	0,05 x 1172,25			58,61
Celková měrná ztráta prostupem tepla				486,3				378,24
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tab. 5	486,3/1172,25 + 0,02 = 0,43 A/V = 1172,25/2239,82 = 0,52 75% z požadované hodnoty 0,45 x 0,75			požadov. **0,43** doporuč. 0,33	378,24/1172,25			0,32
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,32/0,43 = 0,744	**Třída B - úsporná**			

[1)] Započitatelnost velkých ploch výplní otvorů viz. 5.3.3
[2)] V případě referenční budovy je vliv tepelných vazeb podle 5.3.4 stanoven konstantní přirážkou 0,02. V případě hodnocené budovy se stanoví vliv tepelných vazeb co nejlepším dostupným výpočtem v souladu s ČSN 73 0540-4.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení Adresa budovy	Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha: 514,12 m^2	stávající	doporučení



KLASIFIKACE	B	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,N}$ ve W/(m^2.K) $U_{em} = H_T/A$	0,36	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve W/(m^2.K)	0,55	

Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty U_{em}

CI	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
U_{em}	0,275	0,4125	0,55	0,825	1,1	1,375

Platnost štítku do 16.10.2014	16.10.2012
Vypracoval	Jiří Paták

B.5 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

Teplotní spád otopné soustavy (t_{w1} /t_{w2}) : 70/55°C

Číslo místnosti	Účel místnosti	Teplota (°C)	Celková ztráta místnosti (W)	Typ navrženého otopného tělesa (těles)	Skutečný výkon tělesa (těles) Q_{Tskut} (W)
1.01	SKLAD	15	108	Radik VKM 10 300/400	139 x 0,95 = **132 W**
1.02	UMÝVÁRNA	20	446	Radik VKM 21 900/400	571 x 0,9 = **514 W**
1.03	SKLAD	15	58	Radik VKM 10 300/400	139 x 0,9 = **125 W**
1.04	WC	20	469	Radik VKM 21 900/400	571 x 0,9 = **514 W**
1.05	SKLAD	15	65	Radik VKM 10 300/400	139 x 0,95 = **132 W**
1.06	SKLAD	15	82	Radik VKM 10 300/400	139 x 0,9 = **125 W**
1.07	SCHODIŠTĚ	15	1960	2 x Radik VKM 20 300/1800	2 x 1049 = **2098 W**
1.08	ZASEDACÍ MÍSTNOST	20	1408	2 x Radik VKM 21 300/1400	2 x 834= **1668 W**
1.09	KANCELÁŘ	20	730	Radik VKM 21 300/1400	**834 W**
1.10	KOTELNA	15	672	Radik VKM 20 600/900	811 x 0,9 = **730 W**
1.11	CHODBA	15	24	Radik VKM 10 300/400	139 x 0,95 = **132 W**
2.01	KANCELÁŘ	20	916	Radik VKM 21 600/1000	**1029 W**
2.02	KANCELÁŘ	20	723	Radik VKM 20 600/1000	**864 W**
2.03	KANCELÁŘ	20	644	Radik VKM 20 600/1000	**864 W**
2.04	KANCELÁŘ	20	895	Radik VKM 21 600/1000	**1029 W**
2.05	SCHODIŠTĚ	15	-19	nenavrhuji OT	
2.06	KADEŘNICTVÍ	20	1294	Radik VKM 20 600/900 Radik VKM 10 300/1800	777 + 542 = **1319 W**
2.07	WC	20	241	Radik VKM 10 500/500	**266 W**
2.08	CHODBA	20	60	Radik VKM 10 400/400	152 x 0,9 = **137 W**
2.09	WC	20	110	Radik VKM 10 400/400	152 x 0,9 = **137 W**
2.10	SKLAD	15	153	Radik VKM 10 300/500	175 x 0,95 = **166 W**
2.11	ŠATNA	15	107	Radik VKM 10 300/400	**139 W**
2.12	WC DÁMY - NÁVŠTĚVY	20	103	Radik VKM 10 400/400	152 x 0,9 = **137 W**
2.13	WC MUŽI - NÁVŠTĚVY	20	183	Radik VKM 10 600/400	213 x 0,9 = **192 W**
2.14	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	15	-159	nenavrhuji OT	
2.15	WC PERSONÁL	20	93	Radik VKM 10 300/400	120 x 0,9 = **108 W**
2.16	UMÝVÁRNA	20	47	Radik VKM 10 300/400	120 x 0,9 = **108 W**
2.17	WC INVALIDÉ	20	53	Radik VKM 10 300/400	120 x 0,9 = **108 W**
2.18	SKLAD	15	-85	nenavrhuji OT	
2.19	SKLAD	15	369	Radik VKM 10 600/700	**433 W**
2.20	CHODBA	15	1721	3 x Radik VKM 20 500/800	3 x 694 = **2082 W**
3.01	VELKÁ UČEBNA	20	1834	2 x Radik VKM 20 600/1100	2 x 950 = **1900 W**
3.02	MALÁ UČEBNA	20	1010	Radik VKM 20 600/1400	**1209 W**
3.03	TRENAŽÉR	20	580	Radik VKM 10 600/1400	**745 W**
3.04	WC - DÁMY	20	98	Radik VKM 10 400/400	152 x 0,9 = **137 W**
3.05	WC - MUŽI	20	58	Radik VKM 10 400/400	152 x 0,9 = **137 W**
3.06	SPRCHA	24	633	Koralux KLCM 1820.750	807 x 0,9 = **767 W**
3.07	SCHODIŠTĚ + CHODBA	15	2012	4 x Radik VKM 10 600/900	4 x 556 = **2224 W**
3.08	JÍDELNA	20	748	Radik VKM 20 600/1000	**864 W**
3.09	KANCELÁŘ	20	488	Radik VKM 11 600/800	626 x 0,95 = **595 W**
3.10	KANCELÁŘ	20	814	2 x Radik VKM 10 600/1000	2 x 532 = **1064 W**

Celková tepelná ztráta budovy (W)	**21748**	**Instalovaný výkon OT (W)**	**25764**

B.6 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Rozbor provozu :

Administrativní budova - kanceláře, zkušebna autoškoly, kadeřnictví, typický provoz (od 6:00 do 20:00)

Potřeba teplé vody (den) :

14 administrativních pracovníků (15 l/prac./den)	210 l
20 osob na přezkoušení (4 l/os)	80 l
20 zákazníků kadeřnictví (10 l/os/)	200 l
úklid 515 m^2 (0,02m^3/100m^2)	104 l

Rozdělení odběru během časové periody :

úklid	6 - 8 hod	100%
kadeřnictví	10 - 14 hod	50%
	14 - 18	50%
ostatní provoz	8 - 18 hod	100%

Návrh <u>zásobníkového ohřevu</u> teplé vody :

Potřeba teplé vody na směnu :	V_{2P} = 210+80+200+104 = 594 l = 0,594 m^3
Teplo odebrané :	$Q_{2T} = 1{,}163 \,.\, V_{2P} \,.\, (\theta_2 - \theta_1)$
	Q_{2T} = 1,163.0,594.(55-10) = 31,09 kWh
Teplo ztracené (1 den cirkulace) :	$Q_{2Z} = Q_{2T}.z$ = 31,09.0,3 = 9,33 kWh
Teplo celkem na 1 den :	$Q_{2P} = Q_{2T} + Q_{2Z}$ = 31,09 + 9,33 = 40,42 kWh

Zásobníkový ohřev - velikost zásobníku pro maximum 1 hodiny

$Q_{hod,max}$ **->** odečteno z grafu mezi 14-15 hod **-> =** 3,48 kW

$$V = \frac{Qhod,max}{1{,}163.\Delta t} = \frac{3{,}48}{1{,}163.45} = \underline{0{,}067\ m^3}$$

Potřebná teplosměnná plocha (70/55°C)

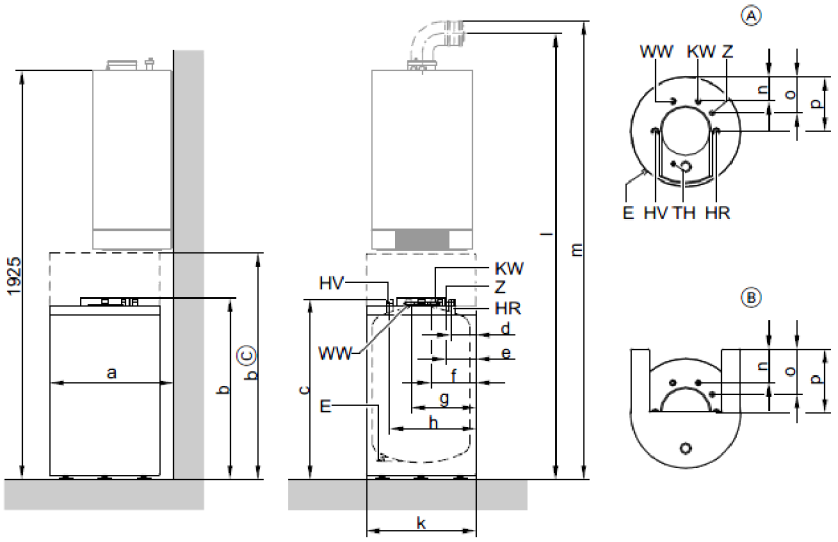
$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = (25\text{-}50)/\text{-}0{,}69 = 36{,}2\ °C$$

$$A = (Q_{1n} \,.\, 10^3)/\ (U \,.\Delta t) = 3480/(420.36{,}2) = \underline{0{,}23\ m^2}$$

Navrhuji nepřímotopný ohřívač teplé vody VIESSMANN VITOCELL 100-W o objemu 120 litrů v sestavě s kompletním propojením ke kotli VIESSMANN VITOPEND 100, kdy bude mít vždy přednost příprava teplé vody před ohřevem vody topné.

Technické parametry zásobníku teplé vody VIESSMANN VITOCELL 100-W :

Objem	**l**	**120**		**150**	
Registr. č. DIN		0245/06-13 MC			
			s krytem spojovacího vedení		s krytem spojovacího vedení
Přípojky					
Přívod a vratná větev topné vody	R	1	1	1	1
Teplá a studená voda	R	¾	¾	¾	¾
Cirkulace	R	¾	¾	¾	¾
Přípust. provozní tlak na straně topné a pitné vody	bar	10	10	10	10
Přípust. teploty					
– na straně topné vody	°C	160	160	160	160
– na straně pitné vody	°C	95	95	95	95
Pohotovostní ztráty q_{BS} při 45 K tepl. rozdílu (normovaná hodnota podle DIN V 18599)	kWh/24 h	1,60	1,60	1,75	1,75
Rozměry					
Délka a	mm	618	623	661	666
Šířka k	mm	∅ 553	564	∅ 596	607
Výška b	mm	904	1055	932	1055
Celková výška	mm	1925 +15/-0	1925 +15/-0	1925 +15/-0	1925 +15/-0
Hmotnost	kg	72	75	85	88



Ⓐ Pohled shora
Ⓑ Pohled shora s krytem spojovacího potrubí
Ⓒ Výška s krytem spojovacího potrubí
E Vypouštění
HR Vratná větev topení
HV Přívod vytápění
KW Studená voda
WW Teplá voda
TH Jímka čidla teploty zásobníku
Z Cirkulace

Tabulka rozměrů

Objem		**120 l**		**150 l**	
			s krytem spojovacího vedení		**s krytem spojovacího vedení**
a	mm	618	623	661	666
b	mm	904	1055	932	1055
c	mm	875	875	902	902
d	mm	122	128	144	150
e	mm	143	149	165	171
f	mm	214	220	235	241
g	mm	339	345	360	366
h	mm	430	436	452	458
k	mm	∅ 553	564	∅ 596	607
n	mm	126	191	148	213
o	mm	183	248	205	270
p	mm	276	341	298	363

B.7 NÁVRH ZDROJE TEPLA

Výkon zdroje - Q_{ZDR} :

Potřeba tepla pro vytápění - Q_{VYT} = 21 748 W

Potřeba tepla pro přípravu TV - Q_{TV} = 3 480 W

$Q_{ZDR} = 0{,}7.Q_{VYT} + Q_{TV} = 0{,}7.21\,748 + 3\,480 = 18\,704$ W < Q_{VYT} -> navrhuji na hodnotu Q_{VYT}

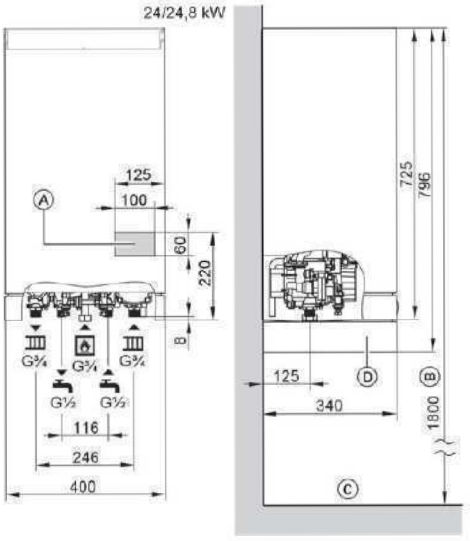
Požadovaný výkon zdroje je 21,75 kW.

Návrh kotle :

Navrhuji nástěnný plynový kotel VIESSMANN VITOPEND 100 závislý na vzduchu v místnosti ve spojení se zásobníkovým ohřívačem teplé vody VIESSMANN VITOCELL 100-W.

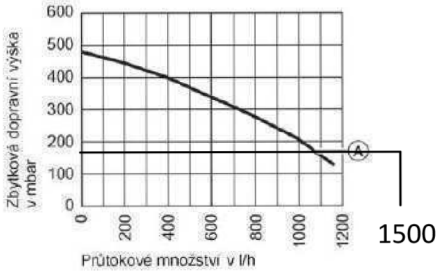
Vybrané technické parametry kotle :

Rozměry



Ⓐ Prostor pro elektrické napájecí kabely
Ⓑ Ve spojení s podstavným zásobníkovým ohřívačem vody závazné, jinak doporučené
Ⓒ Horní hrana hotové podlahy
Ⓓ Kryt armatur

Oběhové čerpadlo



Jmenovitý tepelný výkon	kW	24/24,8
Oběhové čerpadlo	Typ	VP-15/50
Zbytková dopravní výška s integrovaným přepouštěcím ventilem		Ⓐ
Jmenovité napětí	V~	230
Příkon	W	65

Minimální předtlak zařízení
Teplota vody: < 85 °C
Minimální předtlak: 0,8 bar

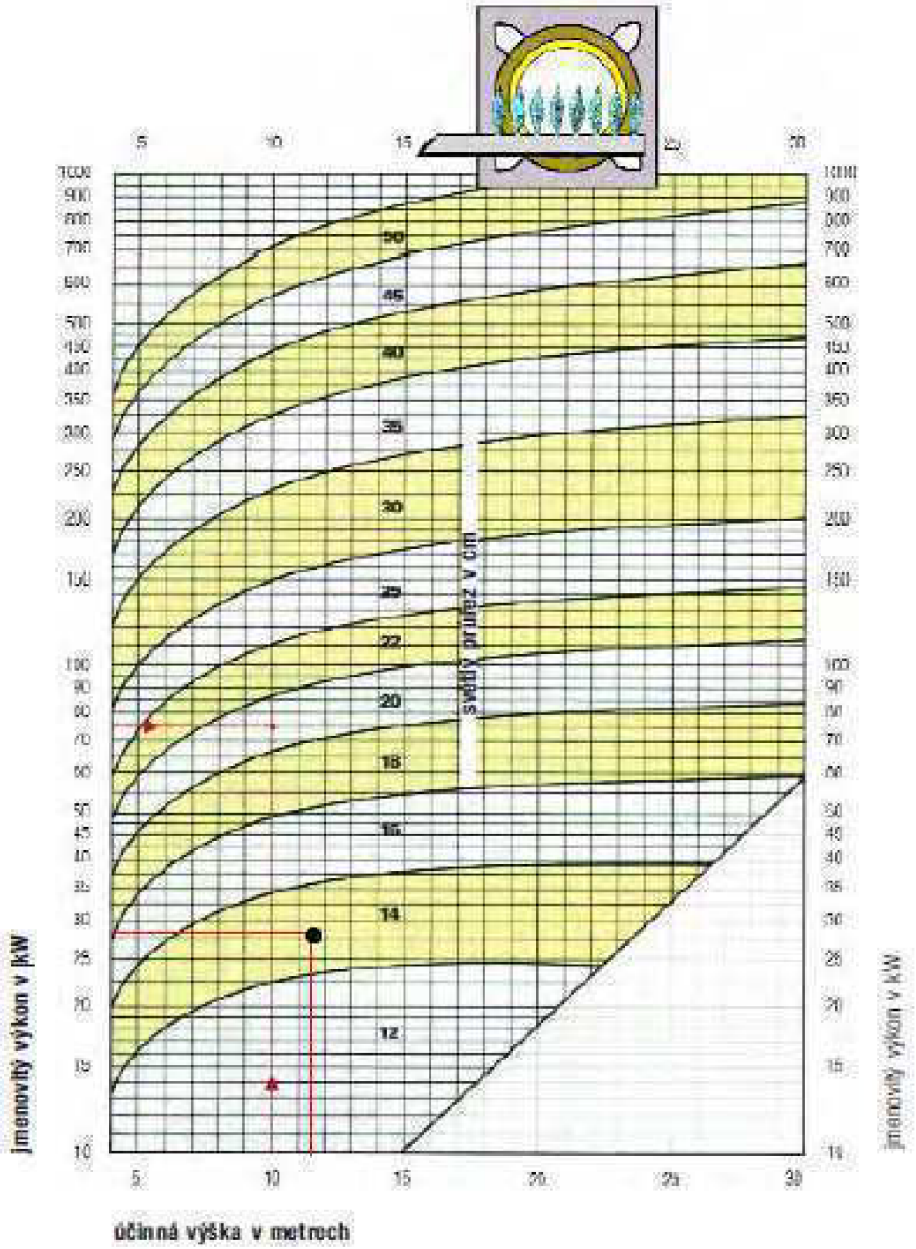
oběhové čerpadlo nevyhovuje - je navržena náhrada v části B.12

Technické údaje

Plynový nástěnný topný kombinovaný kotel

		Nezávislý na vzduchu v místnosti	Závislý na vzduchu v místnosti
Rozmezí jmenovitého tepelného výkonu při vytápění místností/ ohřevu pitné vody	**kW**	**10,7-24,8**	**10,5-24**
Jmenovité tepelné zatížení	kW	11,7-26,7	11,7-26,7
Identifikační číslo výrobku		CE-0085 BQ 0447	CE-0085 BQ 0447
Účinnost			
při plném zatížení (100%)	%	92,8	90,0
při dílčím zatížení (30%)	%	90,2	89,7
Energetická účinnost podle směrnice 92/42 EHS		3 hvězdičky	Nízkoteplotní
Třída NO_x		3	3
Emise CO při plném zatížení	mg/kWh	< 100	< 100
Připojovací tlak plynu			
Zemní plyn	mbar	20/25	20/25
Zkapalněný plyn	mbar	30-37/50	30-37/50
Max. přípust. připojovací tlak plynu			
Zemní plyn H	mbar	30	30
Zkapalněný plyn	mbar	57,5	57,5
Max. elektr. příkon (včetně oběhového čerpadla)	W	128	92
Provozní napětí	V/Hz	230/50	230/50
Druh krytí	IP	X4D	X4D
Max. nastavitelná teplota kotle	°C	76	76
Přípustný provozní tlak	bar	0,8 až 3	0,8 až 3
Membránová expanzní nádoba			
Objem	litrů	6	6
Tlak	bar	0,8	0,8
Objem – Vitopend	litrů	1,2	1,2
Průtokový ohřívač (jen plynový kombinovaný kotel)			
Max. provozní tlak	bar	10	10
Trvalý výkon pitné vody	kW	24,8	24
Odběrné množství (ΔT = 30 K)	litrů/min	11,7	11,5
Výtoková teplota nastavitelná	°C	30-57	30-57
Připojovací hodnoty vztažené k max. zatížení			
Zemní plyn H	m^3/h	2,83	2,83
Zkapalněný plyn	kg/h	2,09	2,09
Potřebný tah	Pa		1,5
Zbytkový dopravní tlak ventilátoru spalin	Pa	100	
Spalinová přípojka	Ø mm		130
Přípojka odvodu spalin a přívodu vzduchu			
koaxiální	Ø mm	60/100	
paralelní	Ø mm	80/80	
Rozměry			
Délka	mm	340	340
Šířka	mm	400	400
Výška	mm	725	725
Výška s krytem armatur	mm	796	796
Hmotnost plynového nástěnného topného kombinovaného kotle	kg	35/36	30/31
Jednotky balení (kotel a hydraulické montážní díly)	ks	1	1

B.8 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH KOMÍNA



Navržen ucelený komínový systém SCHIEDEL UNI PLUS s vnitřním průměrem komínového tělesa 140 mm.

B.9 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

B.9.1 DIMENZOVÁNÍ, HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ A VYREGULOVÁNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY I. varianta

č.ú.	Q	M	l	DN	R	w	R.l	Σξ	Z	Δp_{RV}	R.l+Z+Δp_{RV}	Δp_{DIS}
	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
Dimenzování základního okruhu 1 NP												
71	1049	60	17	15x1	33	0,15	561	60	657,1	TRV(4)2101,6	3319,7	3319,7
72	2098	120	8,5	15x1	80	0,25	680	2,2	68,8	0	748,8	4068,5
73	2237	128	1,5	15x1	95	0,27	143	2,2	82,6	0	225,1	4293,6
74	3905	224	1,4	18x1	90	0,31	126	5	238,7	0	364,7	4658,3
75	4044	232	3,5	18x1	100	0,33	350	2,2	119,1	0	469,1	5127,3
76	4615	265	4,2	18x1	120	0,37	504	2,2	146,5	0	650,5	5777,9
77	4754	273	2,1	18x1	130	0,38	269	2,2	160,5	0	429,6	6207,5
78	5588	320	5,8	22x1	60	0,29	348	5	207,4	0	555,4	6762,8
79	5727	328	2,0	22x1	75	0,33	150	2,2	117,6	0	267,6	7030,5
80	6437	369	12,0	22x1	220	0,52	2640	6,4	852,0	0	3492,0	10522,5
81	7167	411	3,0	22x1	225	0,53	675	2,2	303,2	na VV 2500(8)	3478,2	14000,7
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 37 - místnost 1.07												
82	1049	60	7,4	15x1	33	0,15	244	60,8	1,0	3074,5	245,2	3319,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 37												
3638,0 - 245,2 = 3392,8 Pa, 60 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(4)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 38 - místnost 1.06												
83	139	8	4,6	15x1	2	0,02	9	59,4	8,6	4050,7	17,8	4068,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 38												
4386,8- 17,8 = 4368,9 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 39 - místnost 1.08												
84	834	48	11,2	15x1	18	0,10	202	59,4	321,2	3471,5	522,8	3994,3
85	1668	96	4,4	15x1	57,5	0,21	253	2,2	46,2		299,2	4293,6
Návrh přednastavení ventilu u OT 39												
4611,9 - 299,2 - 522,8 = 3789,8 Pa, 48 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 40 - místnost 1.08												
86	834	48	6,2	15x1	18	0,10	112	58	313,7	3569,1	425,3	3994,3
Návrh přednastavení ventilu u OT 40												
4312,6 - 425,3 = 3887,3 Pa, 48 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 41 - místnost 1.05												
87	139	8	4,6	15x1	2	0,02	9	59,4	11,9	4637,2	21,1	4658,3
Návrh přednastavení ventilu u OT 41												
4976,6 - 21,1 = 4955,4 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 42 - místnost 1.04												
88	571	33	4,4	15x1	6,25	0,07	28	60,8	153,2	4946,6	180,7	5127,3
Návrh přednastavení ventilu u OT 42												
5445,6 - 180,7 = 5264,8 Pa, 33 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 43 - místnost 1.03												
89	139	8	5,2	15x1	2	0,02	10	59,4	11,9	5755,6	22,3	5777,9
Návrh přednastavení ventilu u OT 43												
6096,1 - 22,3 = 6073,9 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 44 - místnost 1.09												
90	834	48	11,5	15x1	18	0,10	207	59,4	297,0	5703,5	504,0	6207,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 44												
6525,7 - 504 = 6021,7 Pa, 48 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 45 - místnost 1.11												
91	139	8	11,5	15x1	2	0,02	23	58	11,6	6728,2	34,6	6762,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 45												
7081,1 - 34,6 = 7046,5 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 46 - místnost 1.01												
92	139	8	5,5	15x1	2	0,02	11	60,8	12,2	6985,4	23,2	7008,6
93	710	41	1,0	15x1	13,5	0,09	14	2,2	8,4	0,0	21,9	7030,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 46												
7348,7 - 21,9 - 23,2 = 7303,3 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 47 - místnost 1.02												
94	571	33	4,2	15x1	6,25	0,07	26	60,8	149,0	6833,4	175,2	7008,6
Návrh přednastavení ventilu u OT 47												
7326,9 - 175,2 = 7151,7 Pa, 33 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 48 - místnost 1.10												
95	811	46	6,8	15x1	17,5	0,09	119	60,8	246,2	13635,5	365,2	14000,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 48												
14000,7 - 365,2 = 13635,5 Pa, 46 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												

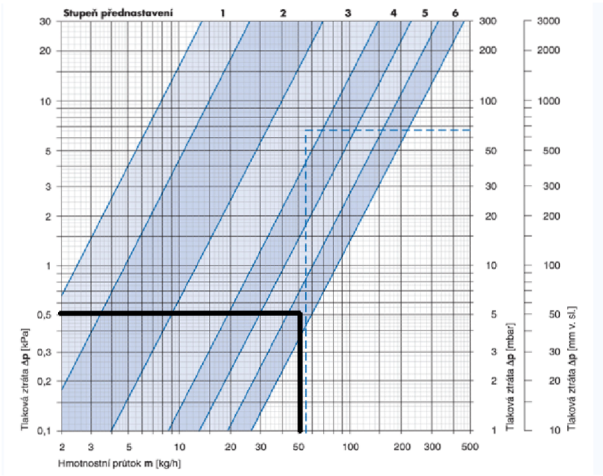
č.ú.	Q	M	l	DN	R	w	R.l	Σξ	Z	Δp_{RV}	R.l+Z+Δp_{RV}	Δp_{DIS}
	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
Dimenzování základního okruhu 2 NP												
32	175	10	6,4	15x1	2	0,02	13	58,6	15,2	TRV (6) 100	128,0	128,0
33	441	25	0,2	15x1	4,5	0,05	1	2,2	2,9	0	3,8	131,8
34	593	34	0,8	15x1	6,25	0,07	5	2,2	5,4	0	10,4	142,2
35	745	43	8,4	15x1	13,5	0,09	113	5	18,9	0	132,3	274,5
36	1522	87	1,6	15x1	47,5	0,18	76	2,2	36,4	0	112,4	387,0
37	2064	118	24,6	15x1	80	0,25	1968	6,4	196,8	0	2164,8	2551,8
38	2355	135	4,8	15x1	108	0,29	518	2,2	92,5	0	610,9	3162,7
39	2568	147	0,74	15x1	125	0,32	93	2,2	112,6	0	205,1	3367,8
40	3262	187	3,0	15x1	190	0,41	570	5	416,2	0	986,2	4354,0
41	4291	246	3,0	15x1	300	0,53	900	2,2	309,0	0	1209,0	5563,0
42	5155	296	2	18x1	150	0,41	300	2,2	188,5	0	488,5	6051,5
43	5849	335	5	18x1	190	0,47	950	5	561,7	0	1511,7	7563,2
44	6209	356	2,6	18x1	210	0,50	546	2,2	275,0	0	821,0	8384,2
45	6903	396	2,6	22x1	89	0,36	231	2,2	141,8	0	373,2	8757,4
46	7767	445	3	22x1	110	0,41	330	5	414,1	0	744,1	9501,5
47	8796	504	2	22x1	135	0,46	270	2,2	232,8	0	502,8	10004,3
48	9229	529	6,3	22x1	150	0,49	945	3,6	425,2	na VV 2107,7(10)	3477,9	13482,1
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 17 - místnost 2.07												
49	266	15	6,0	15x1	3	0,03	18	58	26,1	83,9	44,1	128,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 17												
128 - 44,1 = 83,9 Pa, 15 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(6)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 18 - místnost 2.08												
50	152	9	4,2	15x1	2	0,02	8	58	11,6	111,8	20,0	131,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 18												
131,8 - 20,0 = 111,8 Pa, 9 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(6)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 19 - místnost 2.08												
51	152	9	3,6	15x1	2,0	0,02	7,2	59,4	11,9	123,1	19,1	142,2
Návrh přednastavení ventilu u OT 19												
142,2 - 19,1 = 123,4 Pa, 9 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(4)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 20 - místnost 2.06												
52	777	45	5,3	18x1	6,0	0,06	31,8	55,3	99,5	143,2	131,3	274,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 20												
274,5 - 131,3 = 143,2 Pa, 45 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(6)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 21 - místnost 2.06												
53	542	31	3,4	15x1	5,75	0,06	19,6	59,4	114,5	252,9	134,1	387,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 21												
387 - 134,1 = 252,9 Pa, 31 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(5)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 22 - místnost 2.12												
54	152	9	5	15x1	2	0,02	10	59,4	11,9	2514,0	21,9	2535,9
55	291	17	4,8	15x1	3,1	0,03	14,88	2,2	1,0		15,9	2551,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 22												
2535,9 - 15,9 - 21,9 = 2514 Pa, 9 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 23 - místnost 211												
56	139	8	2,5	15x1	2	0,02	10	56,4	8,1	2517,8	18,1	2535,9
Návrh přednastavení ventilu u OT 23												
2535,9 - 18,1 = 2517,8 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 24- místnost 2.13												
57	213	12	5,6	15x1	2,5	0,03	14	59,4	18,6	3130,1	32,6	3162,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 24												
3162,7 - 32,6 = 3130,1 Pa, 12 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 25 - místnost 2.20												
58	694	40	2,8	15x1	13	0,09	36,4	59,4	217,1	3114,3	253,5	3367,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 25												
3367,8 - 253,5 = 3114,3 Pa, 40 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 26 - místnost 2.04												
59	1029	59	19	15x1	26	0,13	494,0	60,8	505,9	3354,1	999,9	4354,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 26												
4354,0 - 999,9 = 3354,1 Pa, 59 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(4)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 27- místnost 2.03												
60	864	50	18	15x1	19	0,11	342,0	60,8	348,0	4872,9	690,0	5563,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 27												
5563,0 - 690 = 4872,9 Pa, 50 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 28- místnost 2.20												
61	694	40	2,8	15x1	13	0,09	36,4	59,4	217,1	5798,0	253,5	6051,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 22												
6051,5 - 253,5 = 5798,0 Pa, 40 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 29- místnost 2.16												
62	120	7	4,8	15x1	2	0,02	9,6	58,1	11,6	7527,5	21,2	7548,7
63	240	14	1	15x1	2,6	0,03	2,6	0,9	0,4	0,0	3,0	7551,7
64	360	21	2,3	15x1	4	0,05	9,2	2,2	2,3	0,0	11,5	7563,2
Návrh přednastavení ventilu u OT 29												
7563,2 - 11,5 - 3 - 21,2 = 7527,5 Pa, 7 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 30- místnost 2.15												
65	120	7	4,8	15x1	2	0,02	9,6	58,6	11,7	7527,4	21,3	7548,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 30												
7548,7 - 21,3 = 7527,5 Pa, 7 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 31- místnost 2.17												
66	120	7	5,2	15x1	2	0,02	10,4	60,8	12,2	7529,2	22,6	7551,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 31												
7551,7 - 22,6 = 7529,2 Pa, 7 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 32- místnost 2.20												
67	694	40	2,8	15x1	13	0,09	36,4	59,4	217,1	8130,7	253,5	8384,2
Návrh přednastavení ventilu u OT 32												
8384,2 - 253,5 = 8130,7 Pa, 40 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 33- místnost 2.02												
68	864	50	19	15x1	19	0,11	361,0	60,8	367,8	8028,5	728,8	8757,4
Návrh přednastavení ventilu u OT 33												
8757,4 - 728,8 = 8028,5 Pa, 50 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 34- místnost 2.01												
69	1029	59	18	15x1	26	0,13	468,0	60,8	513,8	8519,7	981,8	9501,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 34												
9501,5 - 981,8 = 8519,7 Pa, 59 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 35- místnost 2.19												
70	433	25	2,8	15x1	4,75	0,05	13,3	58	81,5	9909,5	94,8	10004,3
Návrh přednastavení ventilu u OT 35												
10004,3 - 94,8 = 9909,5 Pa, 25 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												

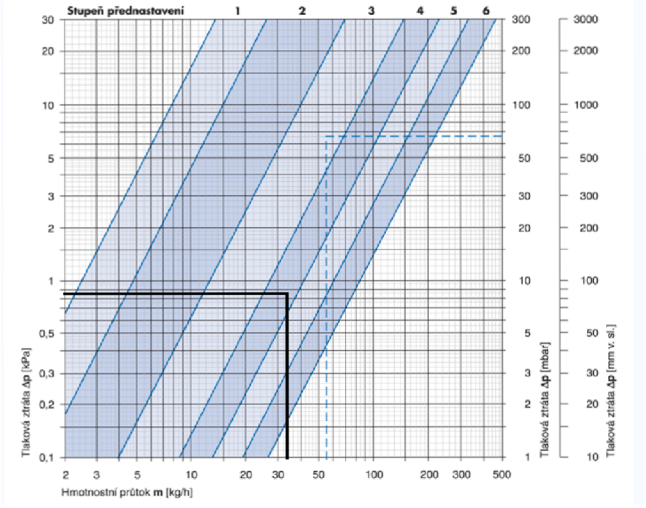
č.ú.	Q	M	l	DN	R	w	R.l	Σξ	Z	Δp_{RV}	R.l+Z+Δp_{RV}	Δp_{DIS}
	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
Dimenzování základního okruhu 3 NP												
1	864	50	9,6	15x1	19	0,11	182	57,2	327,4	TRV(6)500	1009,8	1009,8
2	1420	81	3,8	15x1	42,5	0,17	161	2,2	31,8	0	192,4	1202,3
3	2046	117	8,1	15x1	80	0,25	646	4	123,0	0	769,4	1971,7
4	3110	178	2,8	15x1	168	0,38	470	2,6	185,7	0	656,1	2627,8
5	3666	210	2,3	15x1	220	0,44	502	1,2	118,3	0	619,9	3247,7
6	4777	274	8,3	15x1	356	0,58	2965	4	672,8	0	3638,3	6886,0
7	5522	317	2,4	18x1	170	0,45	403	1,2	118,8	0	521,4	7407,4
8	6078	348	7,3	18x1	200	0,49	1460	1,2	142,9	0	1603,3	9010,7
9	6634	380	0,5	18x1	235	0,54	118	1,2	173,7	0	291,2	9301,8
10	7843	450	8,2	22x1	110	0,41	903	4,0	331,3	0	1234,4	10536,2
11	8793	504	4,2	22x1	131	0,45	550	1,2	121,5	0	671,7	11207,9
12	9743	558	10,8	22x1	160	0,50	1728	4,3	546,1	0	2274,1	13482,1
13	18972	1088	0,5	28x1,5	178	0,63	89	2,2	429,7	0	518,7	14000,7
14	25764	1477	6,0	35x1,5	90	0,51	540	20,7	2650,0	0	3190,0	17190,7
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 02 - místnost 3.07												
15	556	32	5,8	15x1	9	0,07	52	58,1	137,1	820,5	189,3	1009,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 02												
1009,8 - 189,3 = 820,5 Pa, 32 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(4)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 03 - místnost 3.09												
16	626	36	12,2	15x1	11	0,08	134	57,6	173,0	895,1	307,2	1202,3
Návrh přednastavení ventilu u OT 03												
1202,3 - 307,2 = 895,1 Pa, 36 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(4)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 04 - místnost 3.10												
17	532	30	4,6	15x1	8,0	0,06	36,8	56,7	116,5	1697,2	153,3	1850,5
18	1064	61	3,1	15x1	26,0	0,13	79,56	5	41,6		121,2	1971,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 04												
1971,7 - 121,2 - 153,3 = 1697,2 Pa, 30 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 05 - místnost 3.10												
19	532	30	3,6	15x1	8,0	0,06	28,8	56,7	116,5	1705,2	145,3	1850,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 05												
1850,5 - 145,3 = 1705,2 Pa, 30 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 06 - místnost 3.07												
20	556	32	3	15x1	9	0,07	27	56,4	138,2	2462,7	165,2	2627,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 06												
2627,8 - 165,2 = 2462,7 Pa, 32 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 07 - místnost 3.04												
21	152	9	9,6	15x1	2	0,02	19,2	57,4	14,9	2953,1	34,1	2987,2
22	304	17	3,96	15x1	3,3	0,04	13,1	10,3	7,3	0	20,3	3007,5
23	1111	64	4,9	15x1	29	0,14	142,1	10,3	98,1	0	240,2	3247,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 07												
3247,7 - 34,1 - 20,3 - 240,2 = 2953,1 Pa, 9 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 08 - místnost 3.05												
24	152	9	5,8	15x1	2	0,02	11,6	60,8	12,2	2963,4	23,8	2987,2
Návrh přednastavení ventilu u OT 08												
2987,2 - 23,8 = 2963,4 Pa, 9 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 09 - místnost 3.06												
25	807	46	5,9	15x1	16,5	0,10	97,35	59,4	285,2	2625,0	382,6	3007,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 09												
3007,5 - 382,6 = 2625,0 Pa, 46 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu HM **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 10 - místnost 3.03												
26	745	43	18	15x1	15	0,09	270,0	60,8	263,5	6352,5	533,5	6886,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 10												
6886,0 - 533,5 = 6352,5 Pa, 43 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 11 - místnost 3.07												
27	556	32	3	15x1	9	0,07	27,0	58	142,1	7238,3	169,1	7407,4
Návrh přednastavení ventilu u OT 11												
7407,4 - 169,1 = 7238,3 Pa, 32 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 12 - místnost 3.07												
28	556	32	3	15x1	9	0,07	27,0	58	142,1	8841,6	169,1	9010,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 12												
9010,7 - 169,1 = 8841,6 Pa, 32 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 13 - místnost 3.02												
29	1209	69	18	15x1	33	0,15	594,0	62,2	681,2	8026,6	1275,2	9301,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 13												
9301,8 - 1275,2 = 8026,6 Pa, 69 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 14 - místnost 3.01												
30	950	54	3	15x1	22	0,12	66,0	58	397,0	10073,2	463,0	10536,2
Návrh přednastavení ventilu u OT 14												
10536,2 - 463,0 = 10073,2 Pa, 54 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 15 - místnost 3.02												
31	950	54	20	15x1	22	0,12	440,0	59,4	406,6	10361,4	846,6	11207,9
Návrh přednastavení ventilu u OT 15												
11207,9 - 846,6 = 10361,4 Pa, 54 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												

Přednastavení ventilů u otopných těles - I. varianta

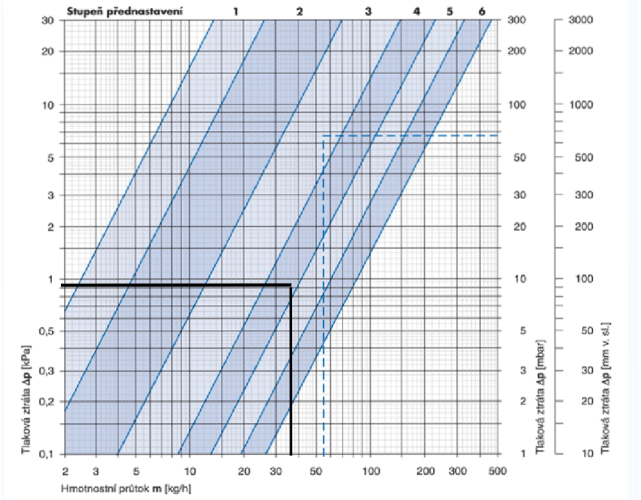
OT 01



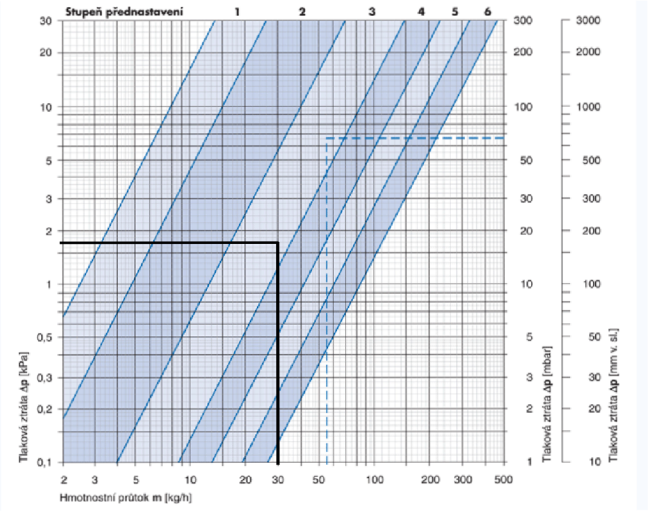
OT02



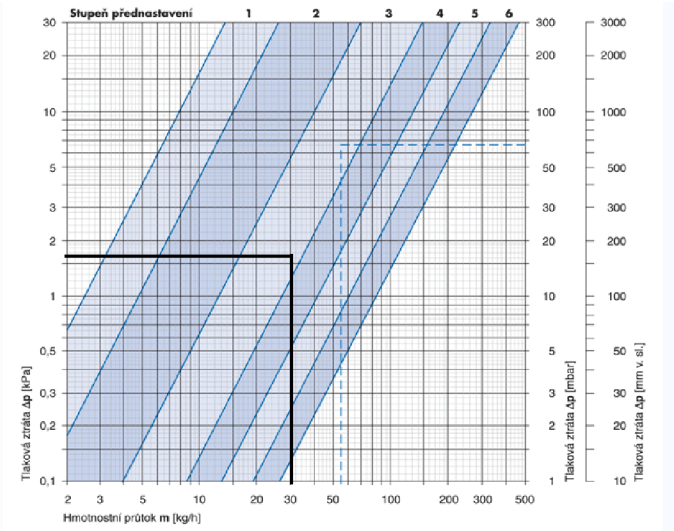
OT 03



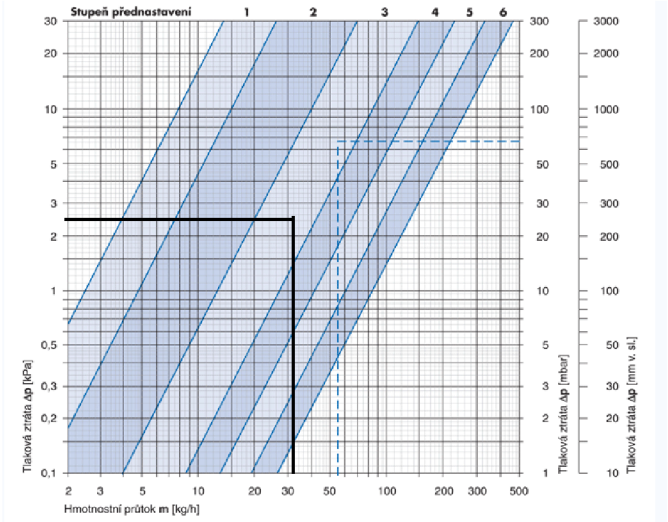
OT 04



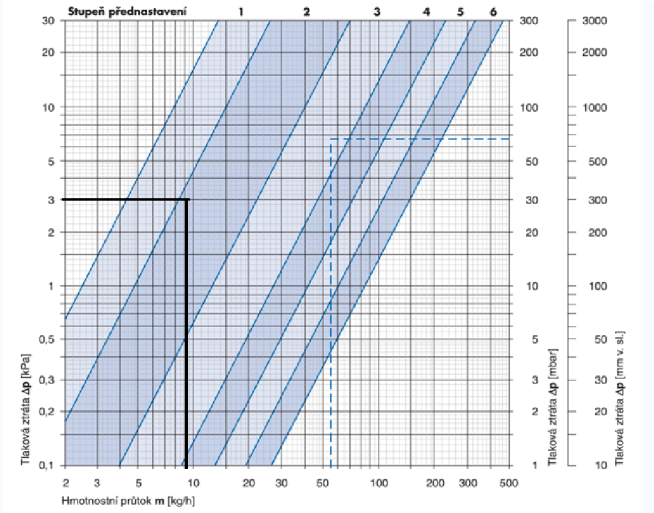
OT 05



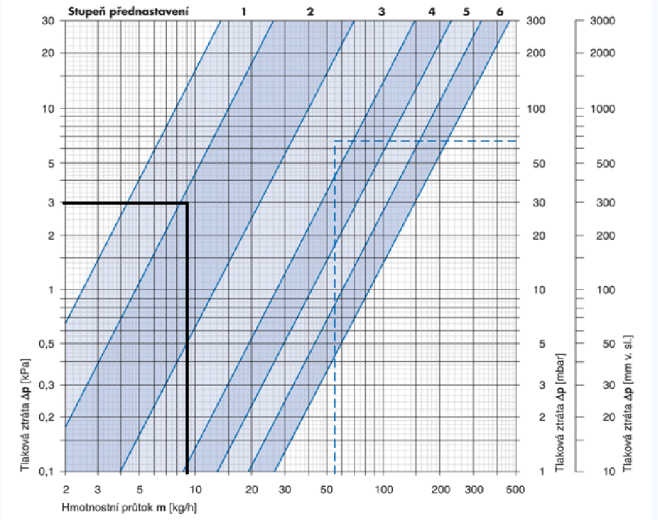
OT 06



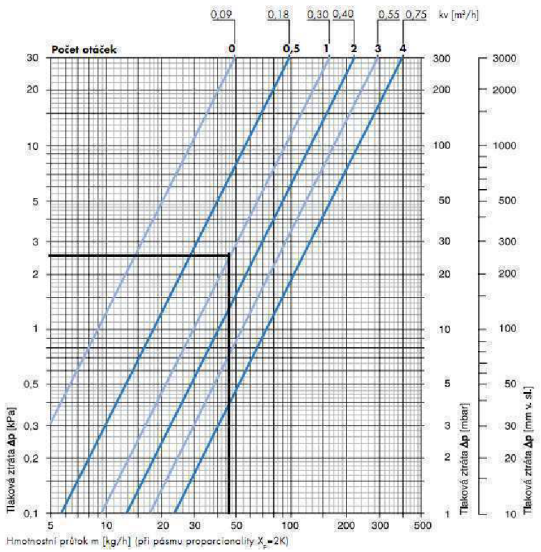
OT 07



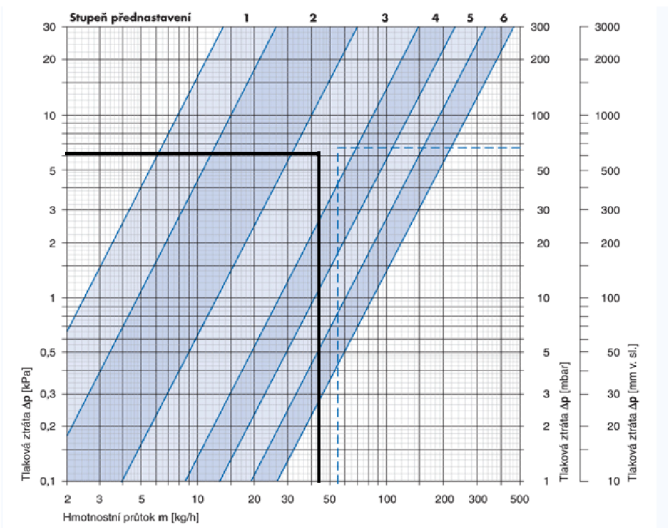
OT 08



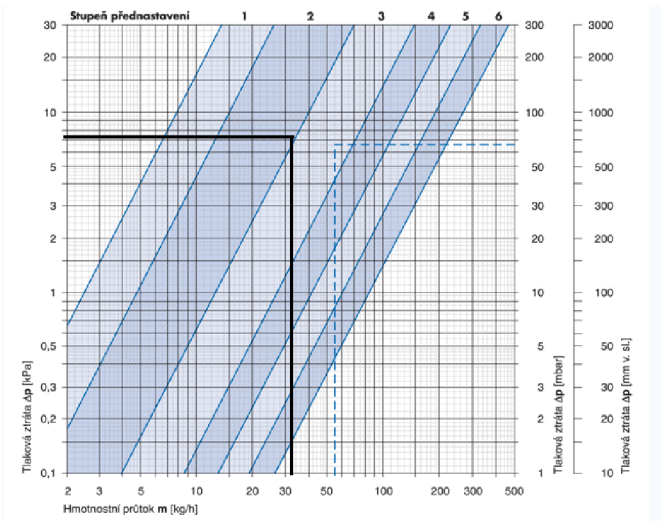
OT 09



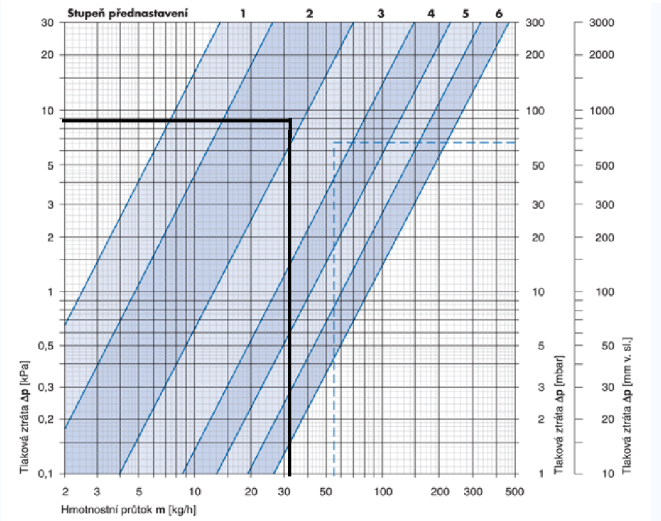
OT 10



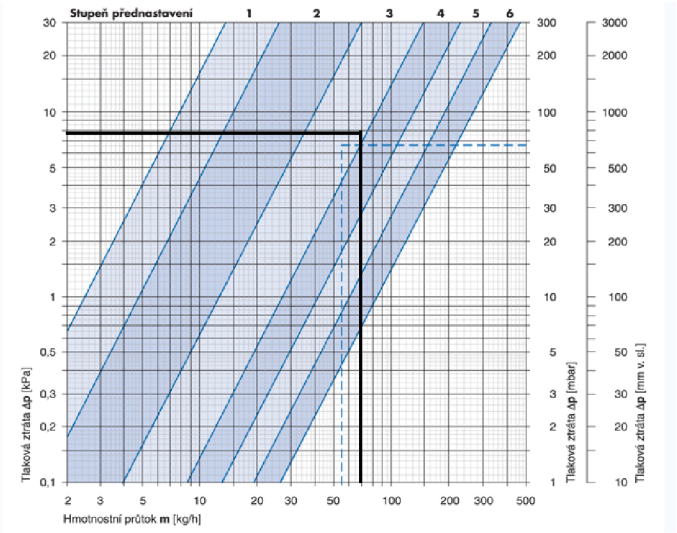
OT 11



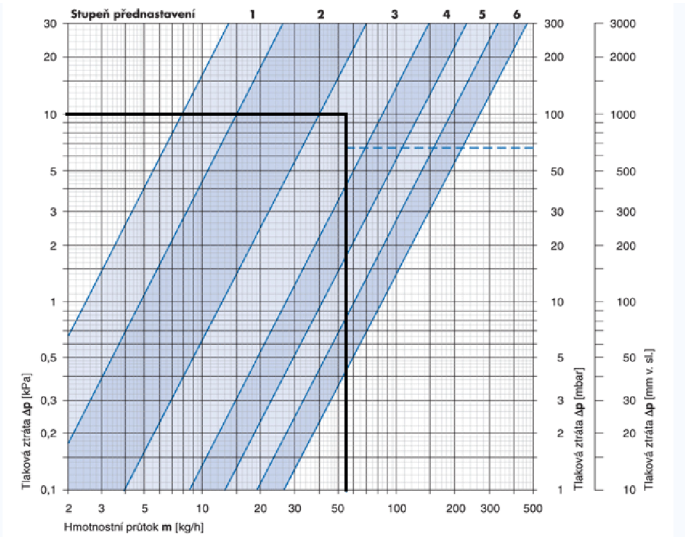
OT 12



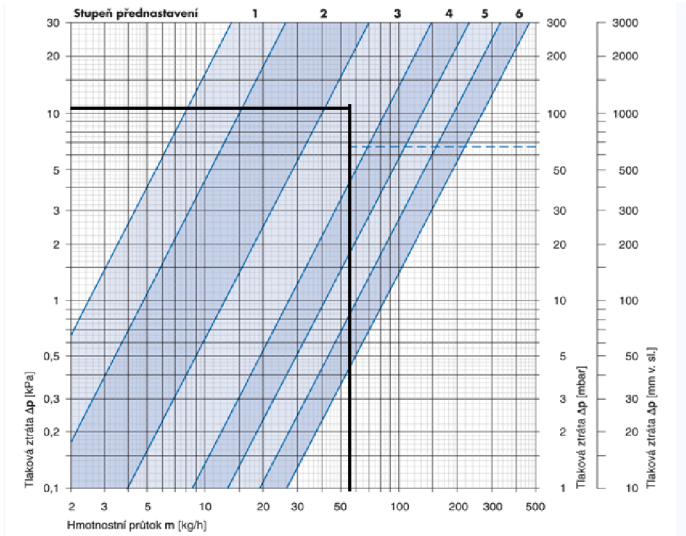
OT 13



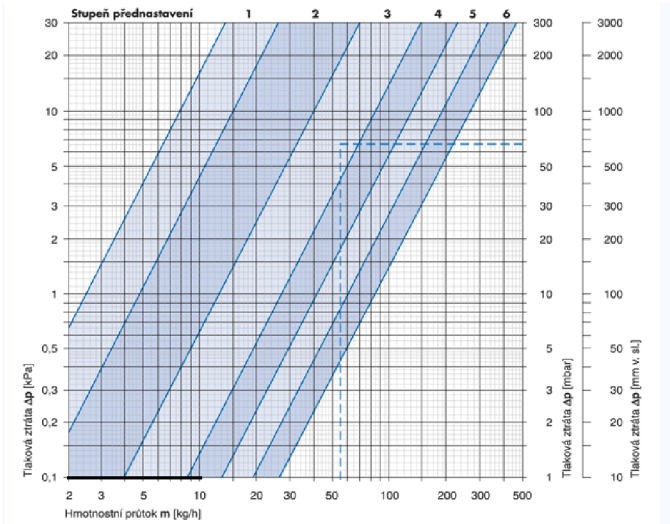
OT 14



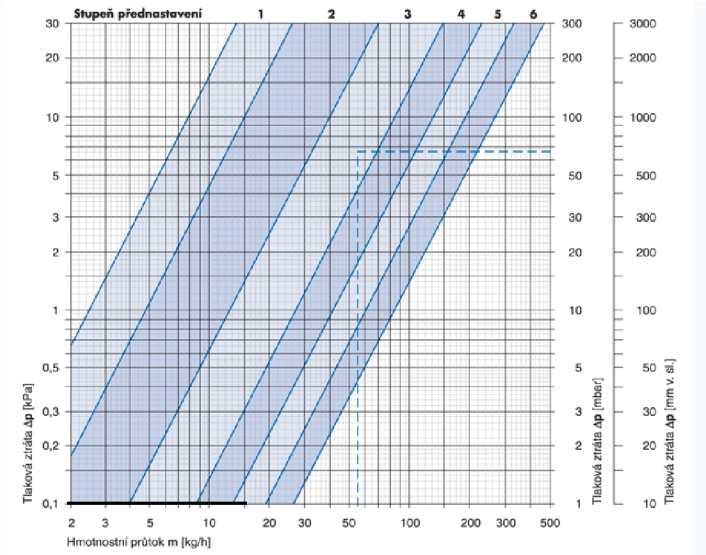
OT 15



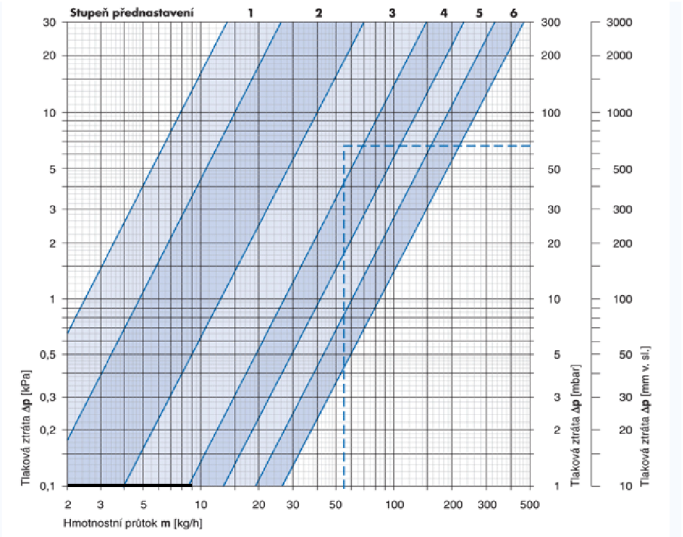
OT 16



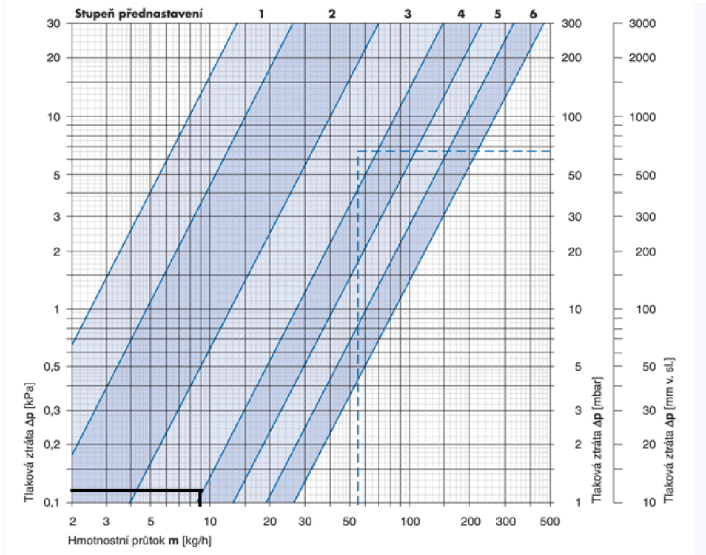
OT 17



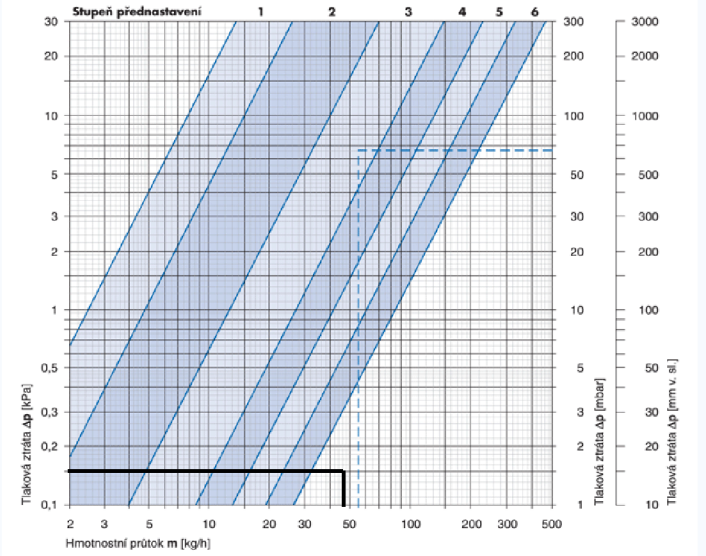
OT 18



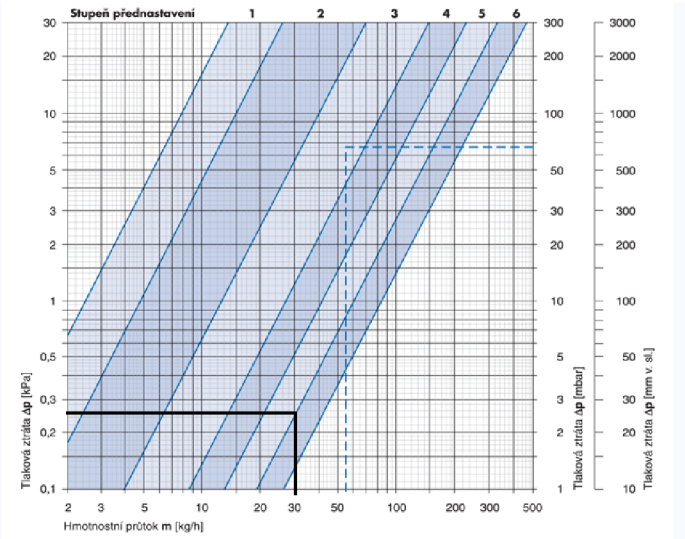
OT 19



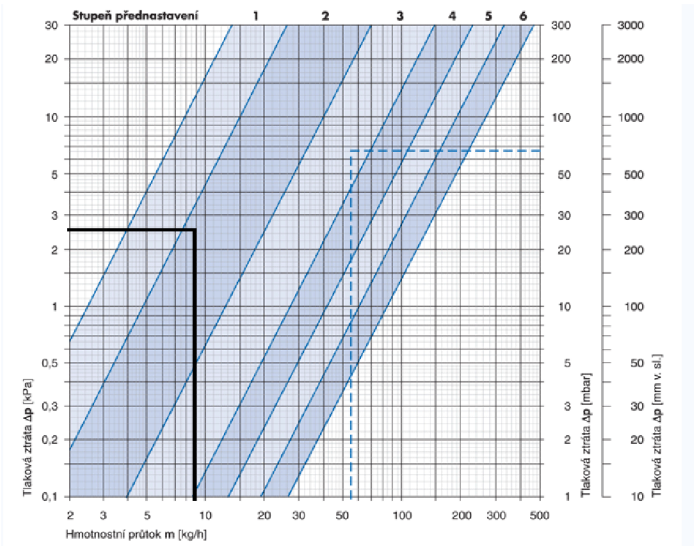
OT 20



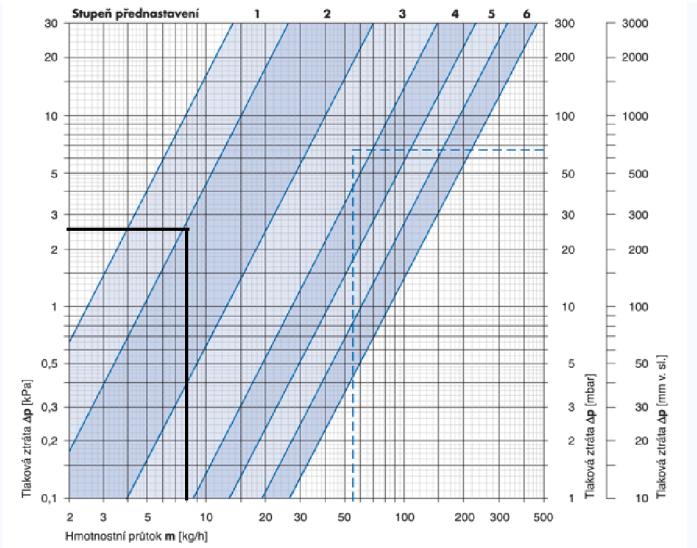
OT 21



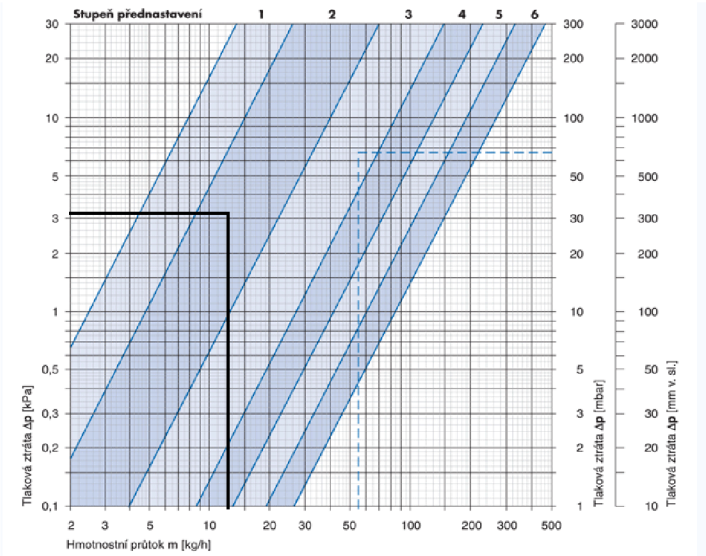
OT 22



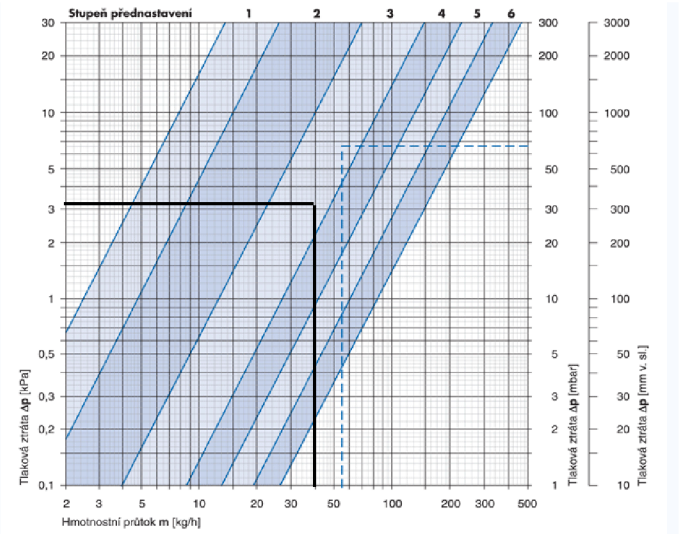
OT 23



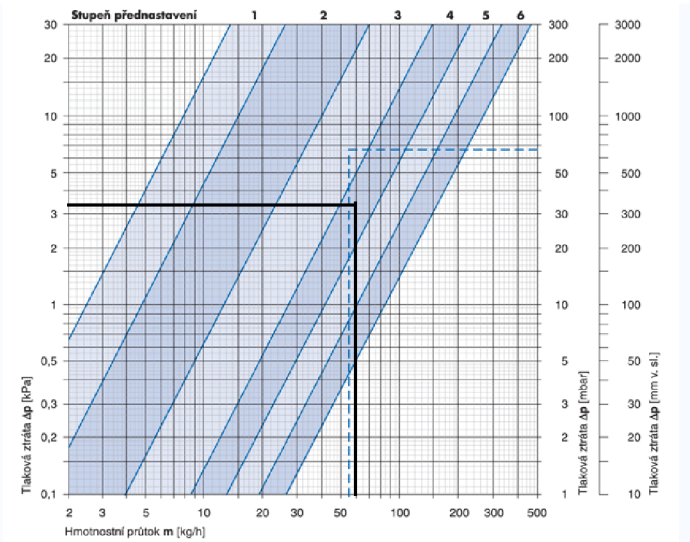
OT 24



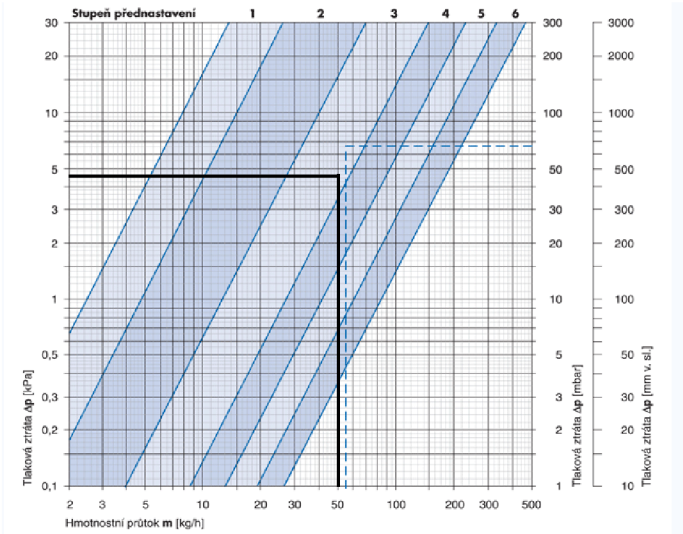
OT 25



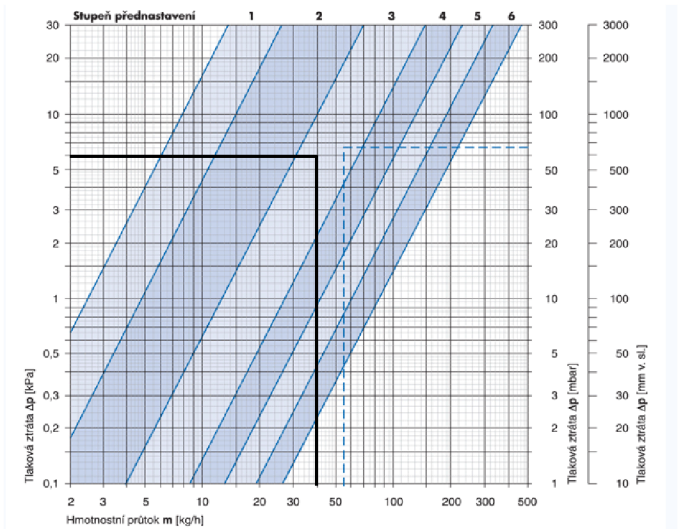
OT 26



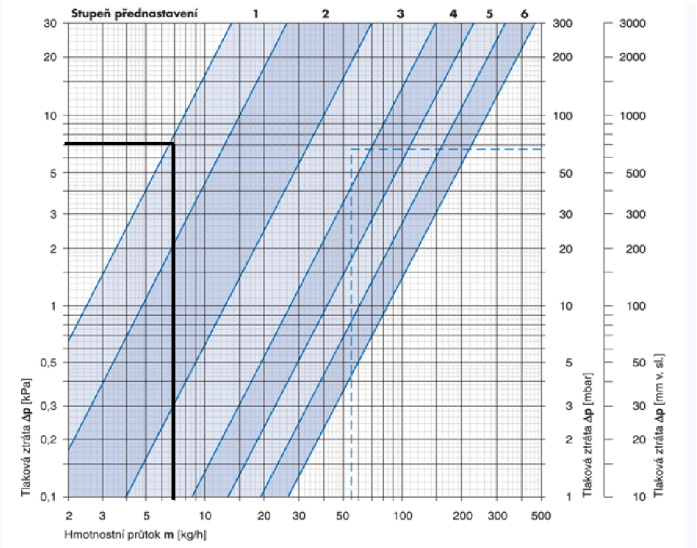
OT 27



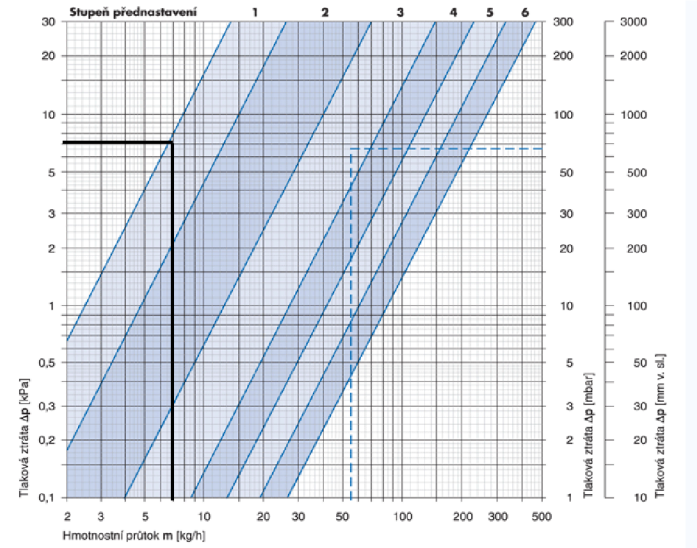
OT 28



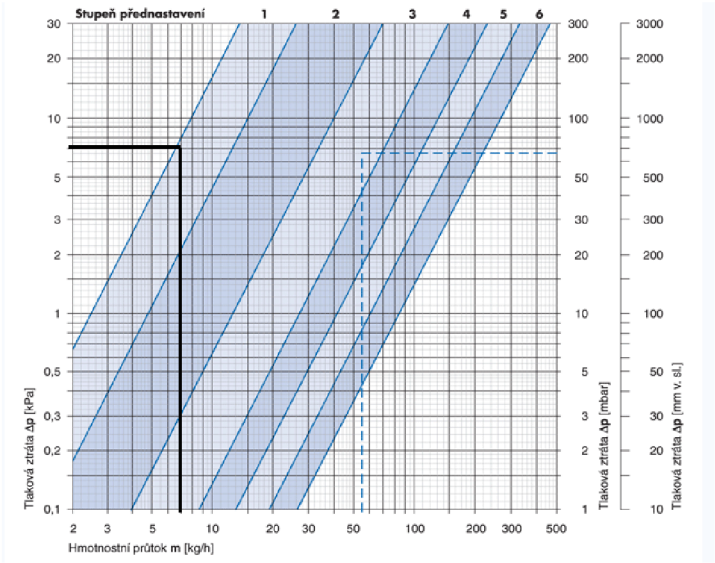
OT 29



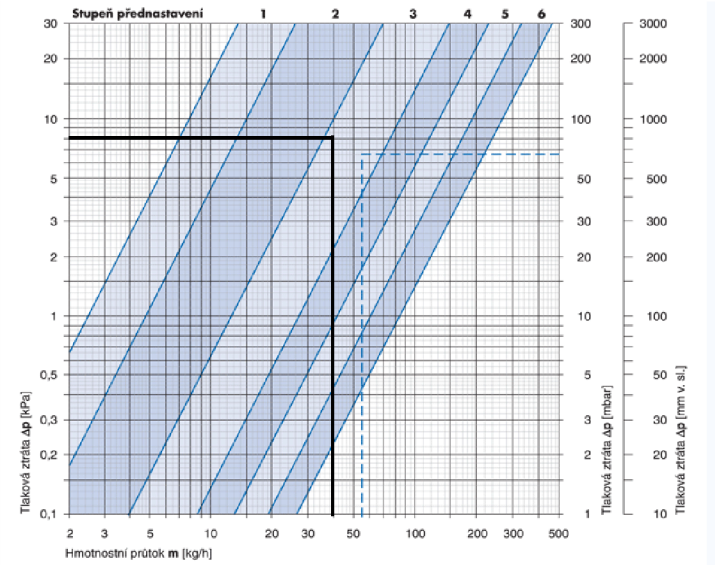
OT 30



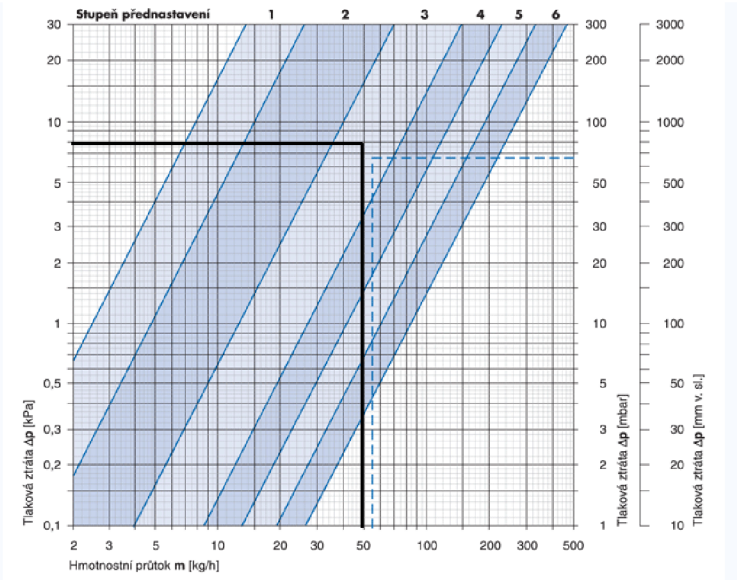
OT 31



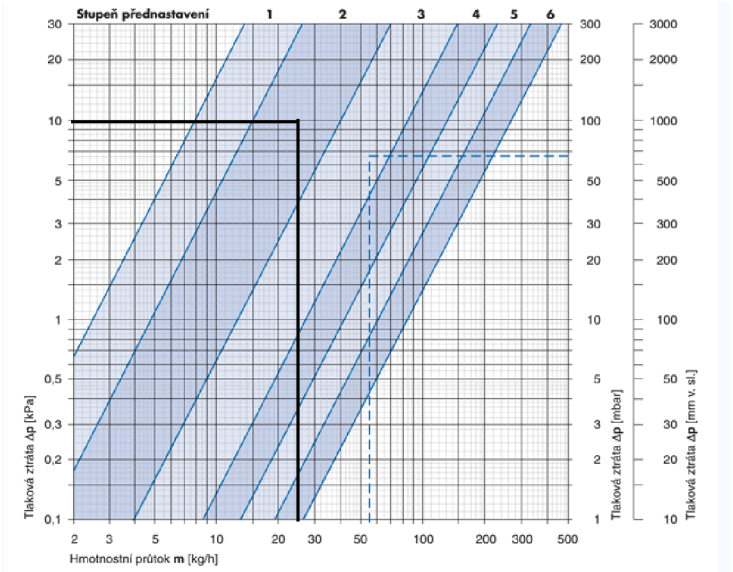
OT 32



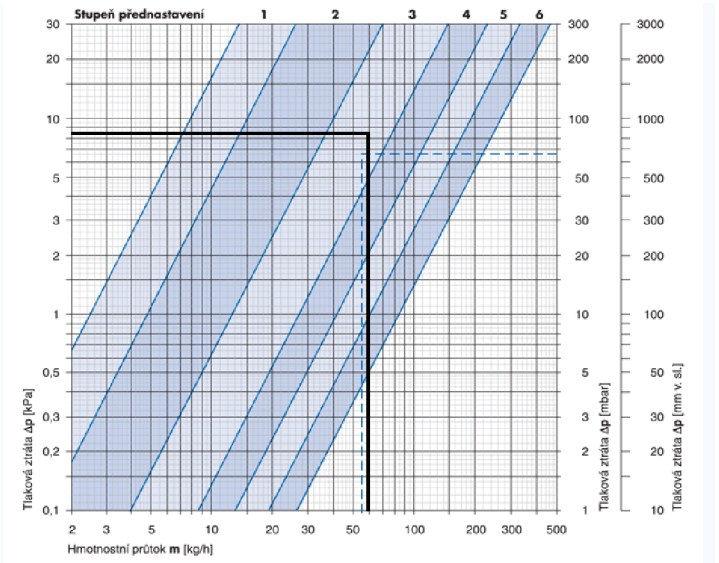
OT 33



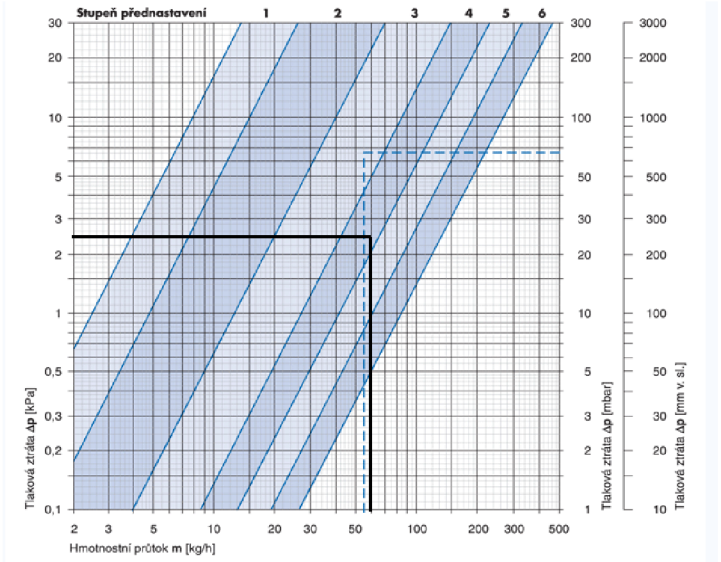
OT 35



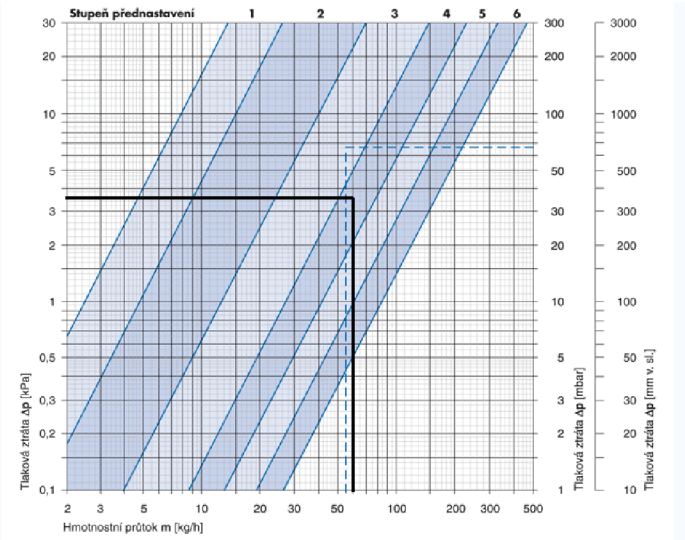
OT 34



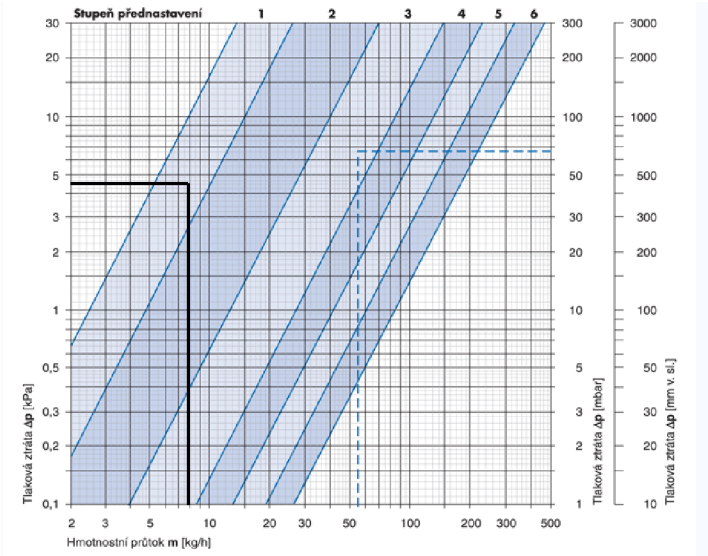
OT 36



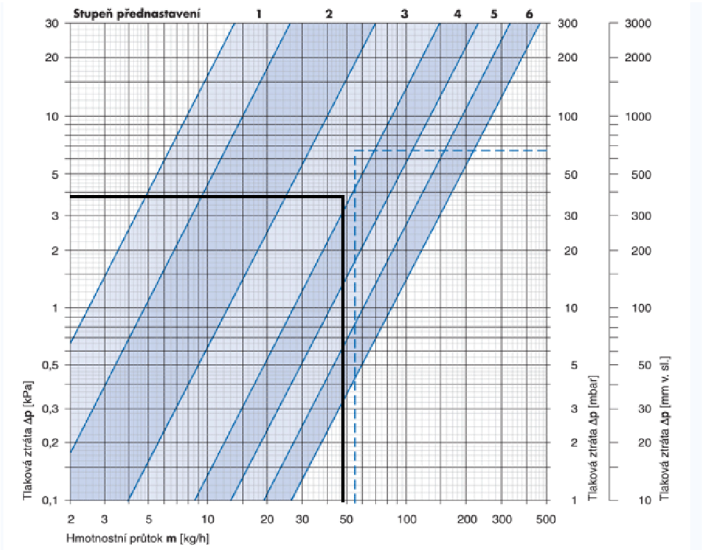
OT 37



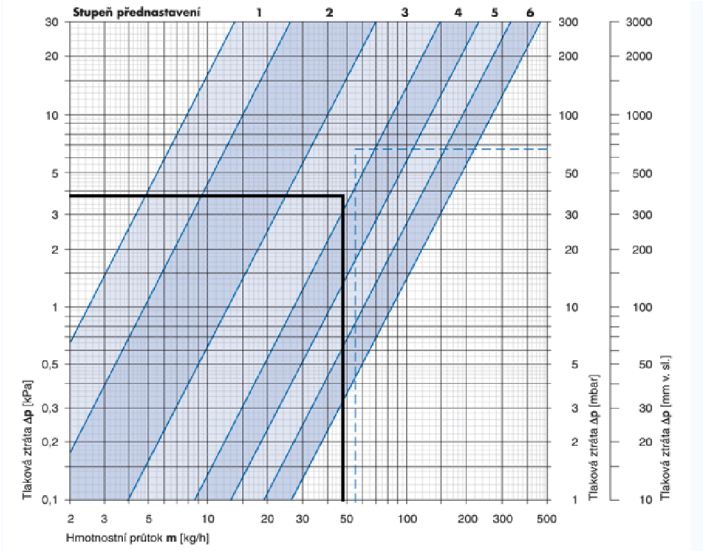
OT 38



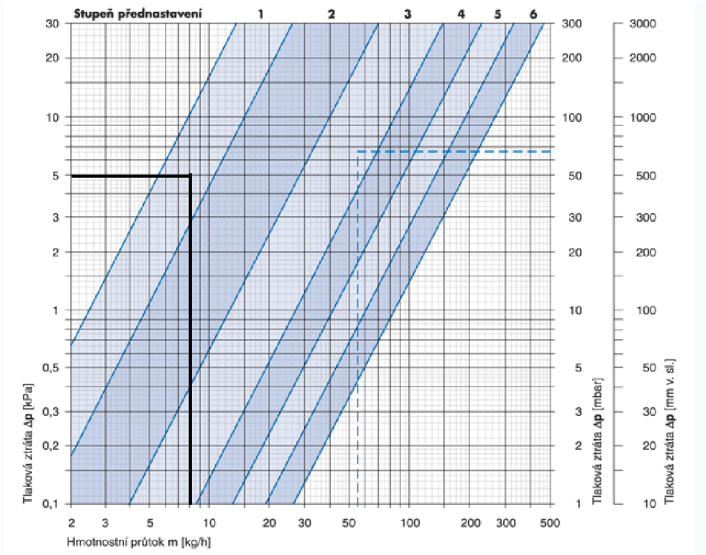
OT 39



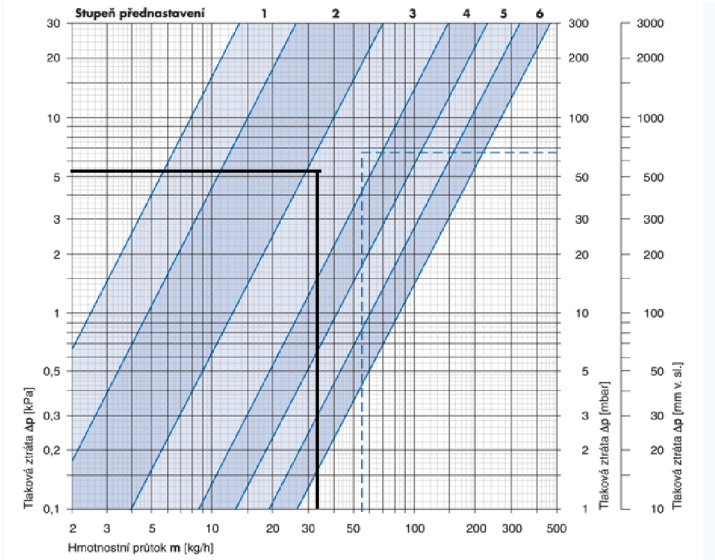
OT 40



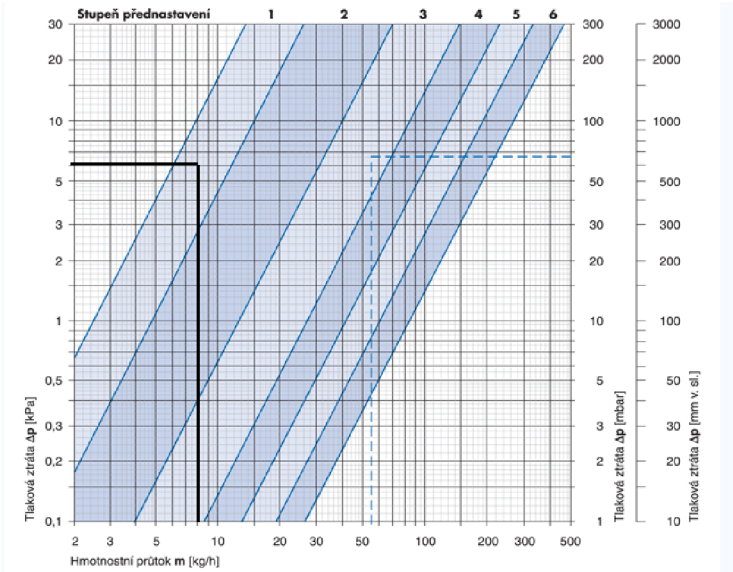
OT 41



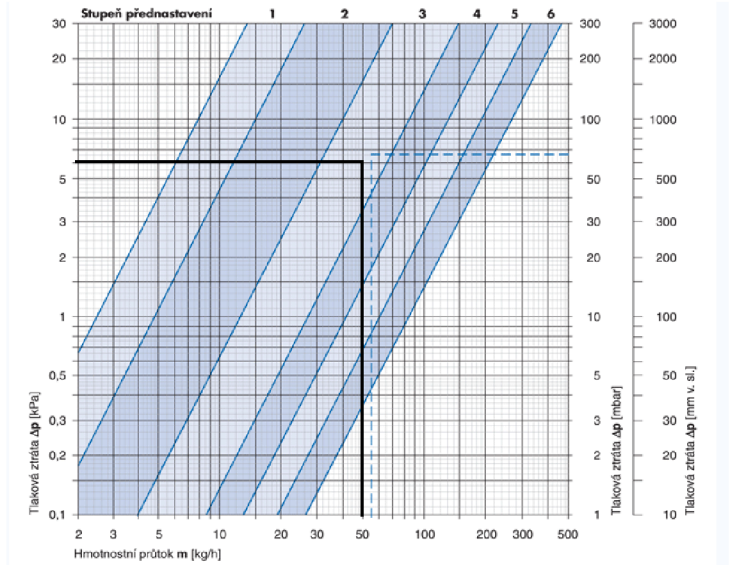
OT 42



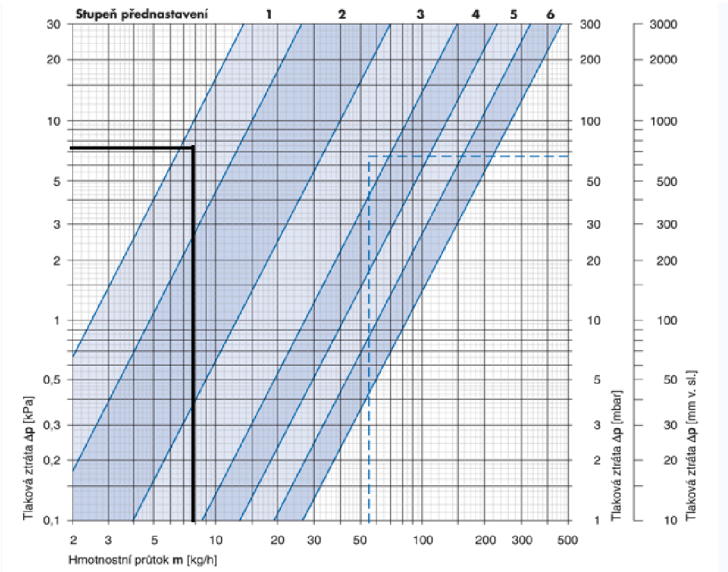
OT 43



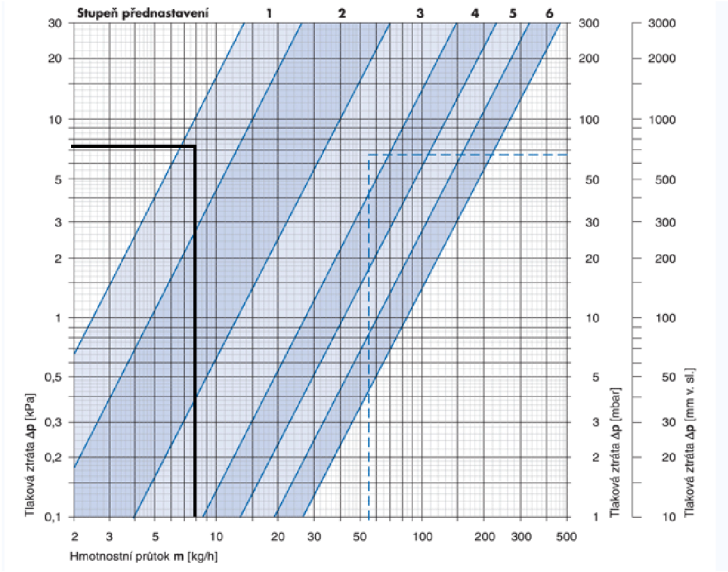
OT 44



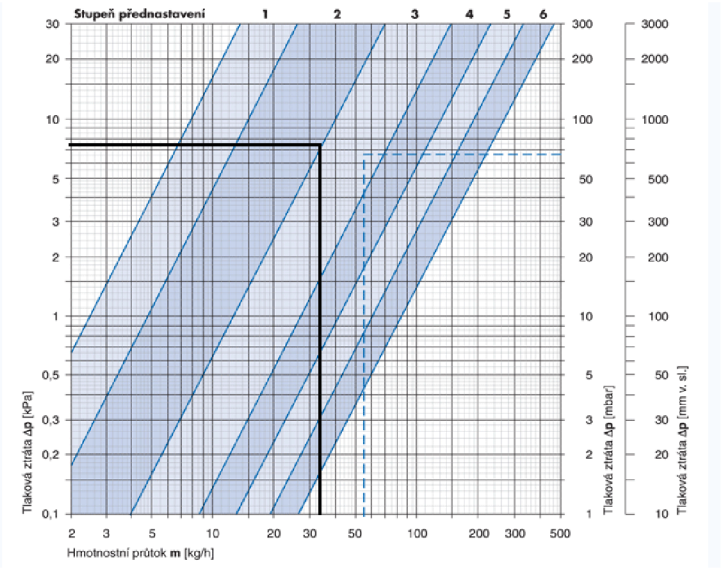
OT 45



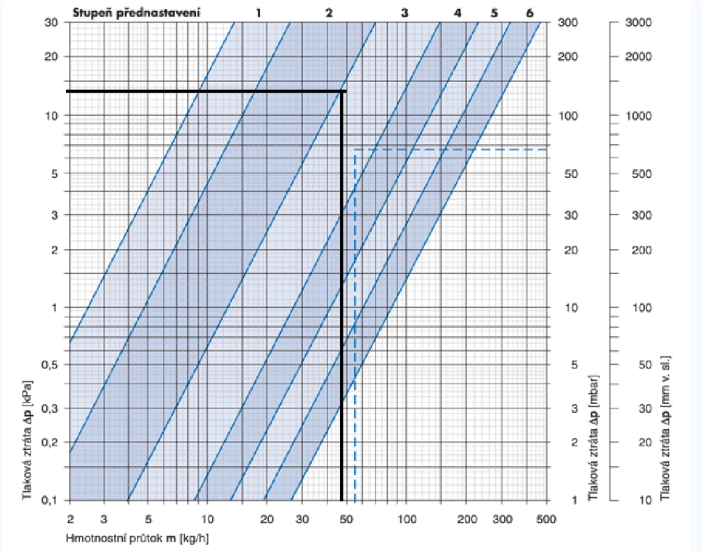
OT 46



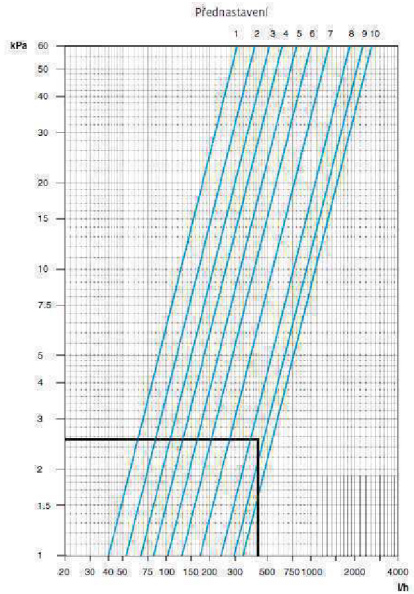
OT 47



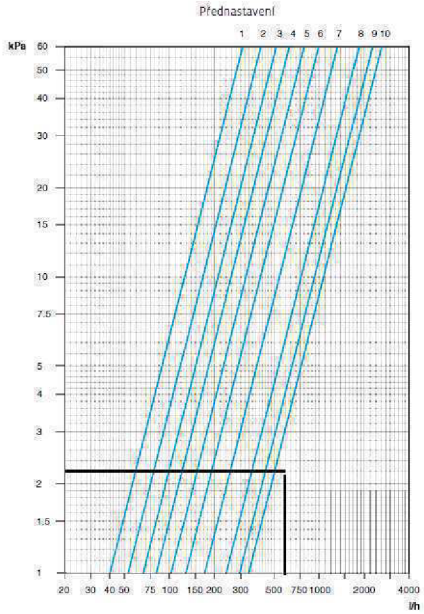
OT 48



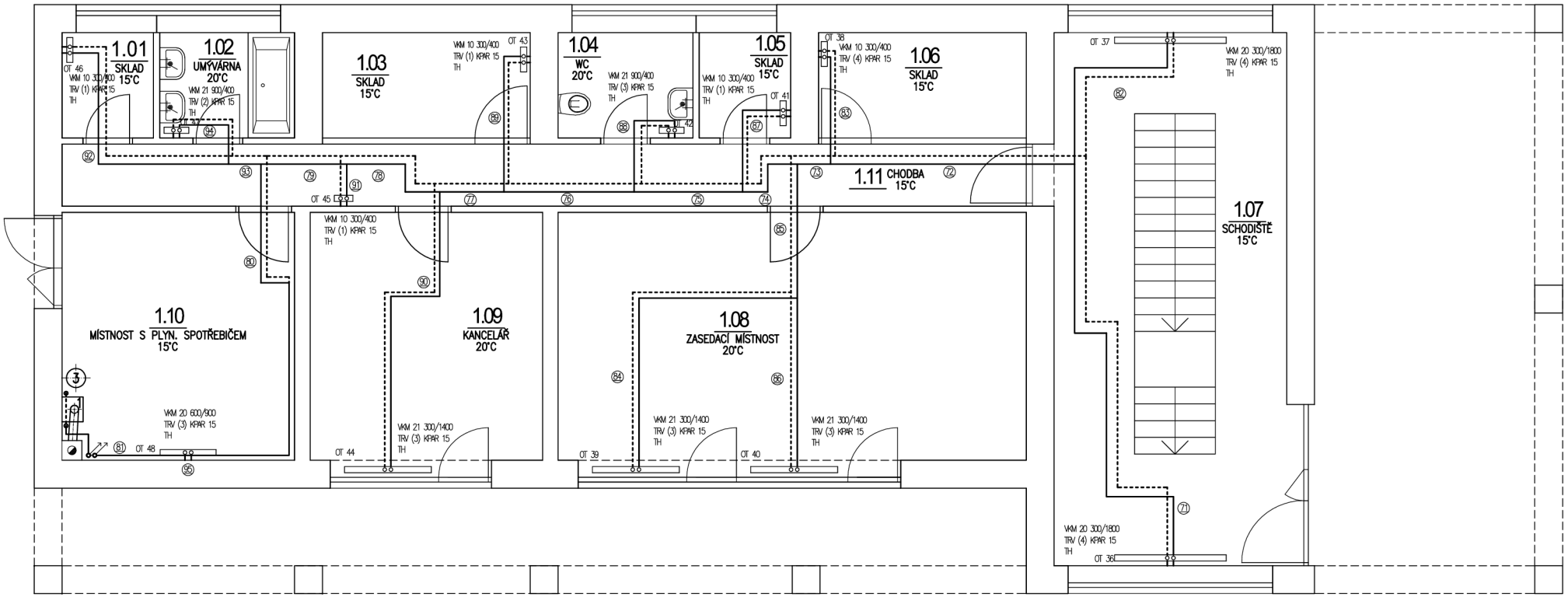
VYVAŽOVACÍ VENTIL 1NP



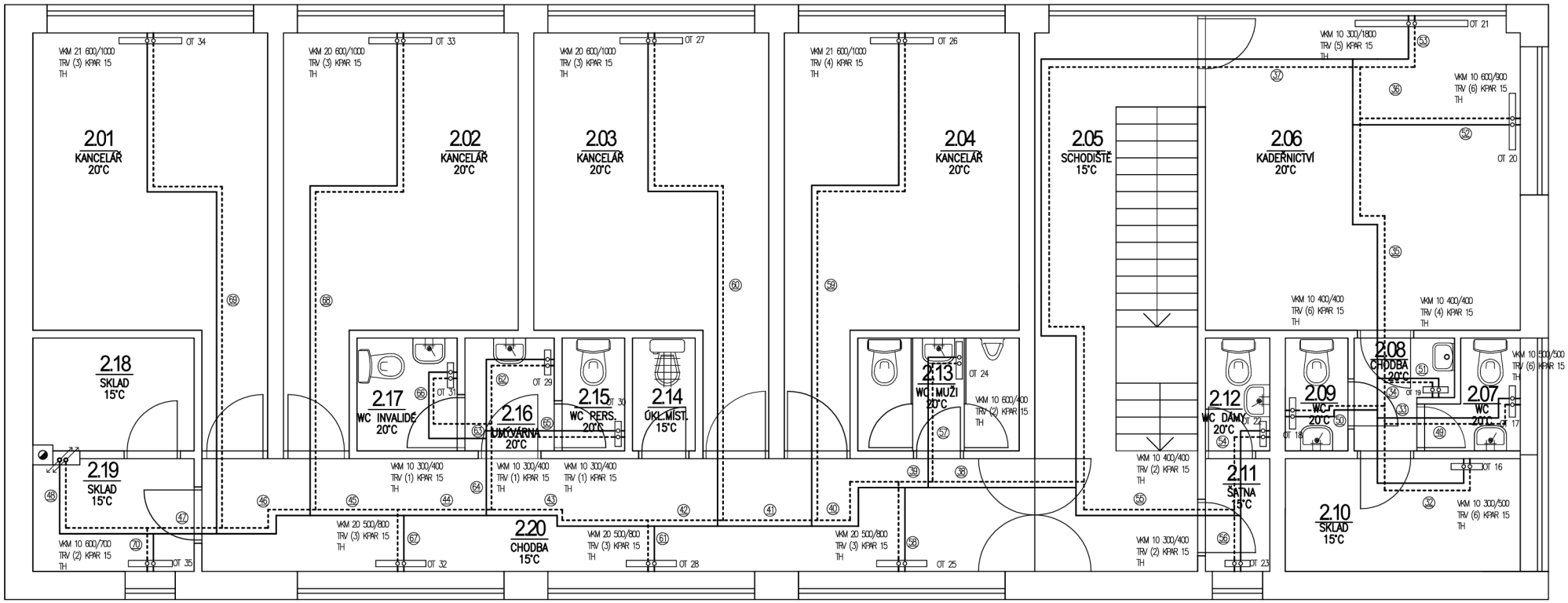
VYVAŽOVACÍ VENTIL 2NP



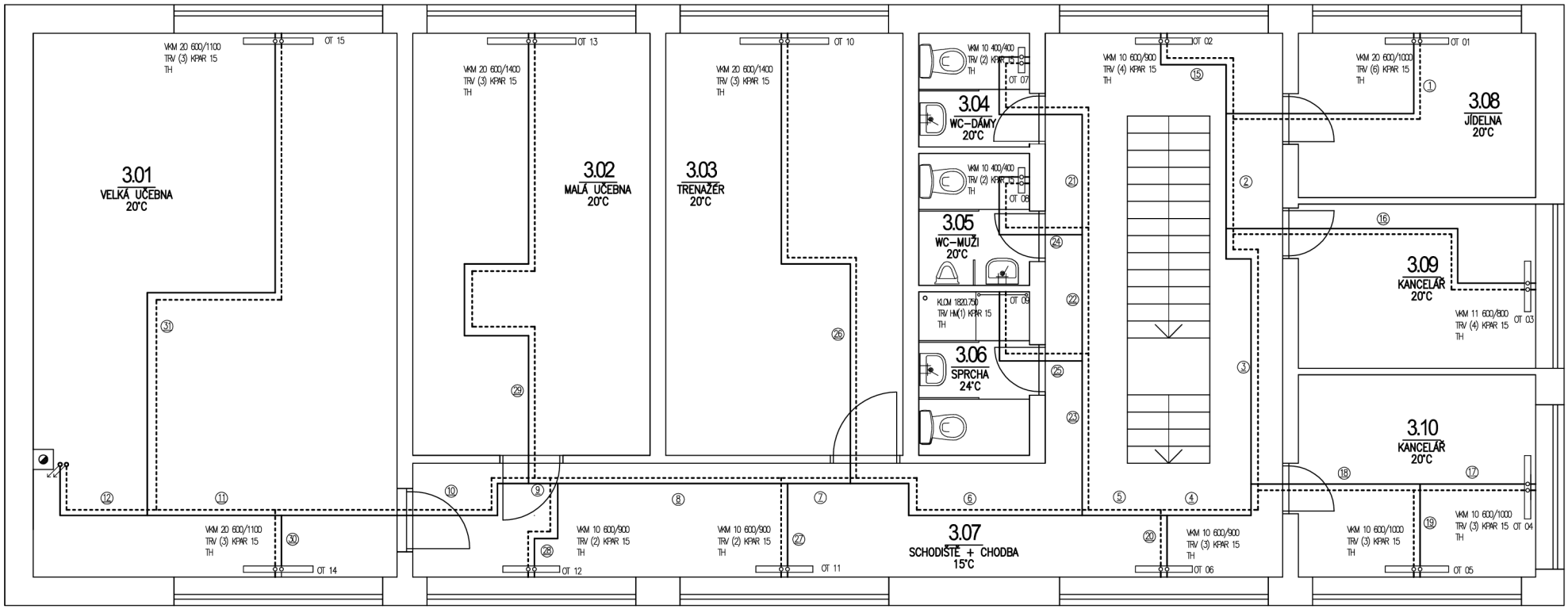
OZNAČENÍ ÚSEKŮ POTRUBÍ 1NP I. VARIANTA



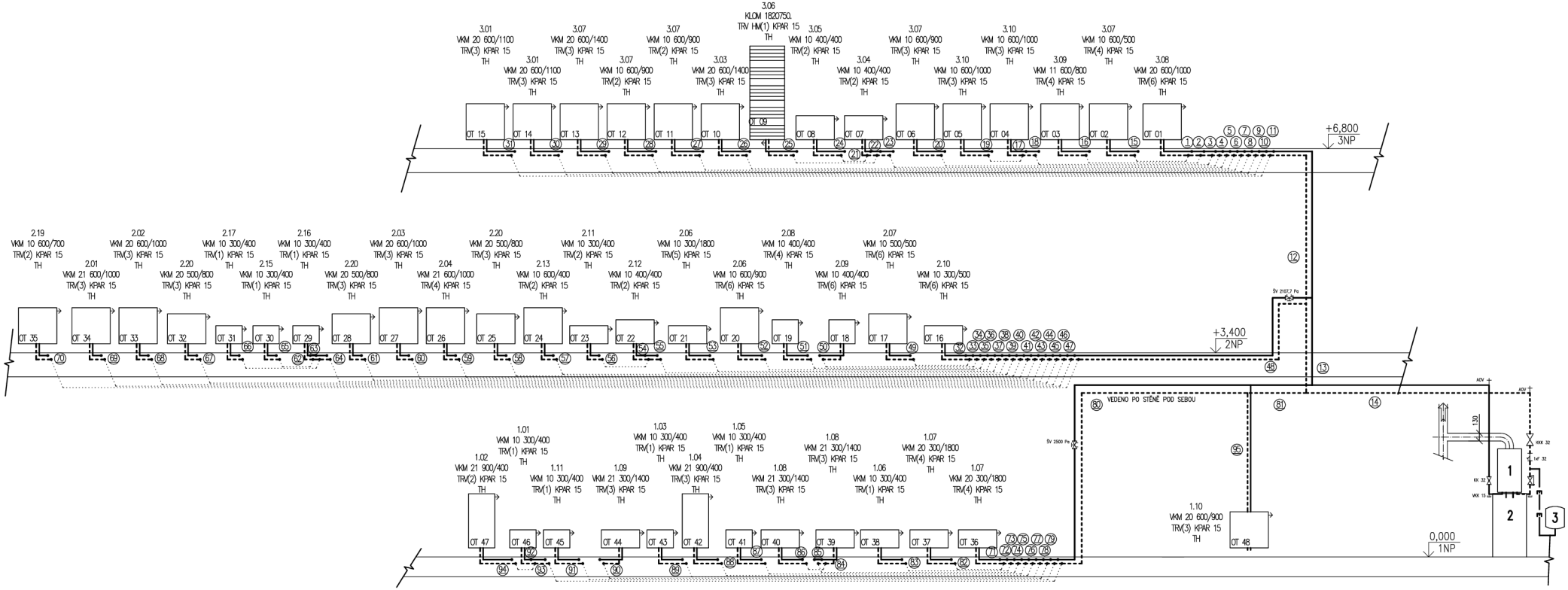
OZNAČENÍ ÚSEKŮ POTRUBÍ 2NP I. VARIANTA



OZNAČENÍ ÚSEKŮ POTRUBÍ 3NP I. VARIANTA



OZNAČENÍ ÚSEKŮ SCHÉMA I. VARIANTA



B.9.2 DIMENZOVÁNÍ, HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ A VYREGULOVÁNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY II. varianta

č.ú.	Q	M	l	DN	R	w	R.l	Σξ	Z	Δp_{RV}	R.l+Z+Δp_{RV}	Δp_{DIS}
	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
Dimenzování základního okruhu - stoupačka G OT 07												
1	152	9	6,0	15x1	1,8	0,02	11	59,4	11,9	TRV(6) 100	122,7	122,7
2	708	41	8,0	15x1	13,5	0,09	108	2,2	8,3	0	116,3	239,0
3	1572	90	4,0	15x1	52,5	0,20	210	5	95,1	0	305,1	544,1
4	2198	126	6,8	15x1	90	0,27	612	2,2	77,8	0	689,8	1233,9
5	3393	194	3,9	15x1	195	0,41	761	3,6	307,0	0	1067,5	2301,4
6	3935	226	11,8	15x1	260	0,49	3068	2,2	263,0	0	3331,0	5632,5
7	4964	285	0,9	15x1	285	0,60	257	2,2	396,0	0	652,5	6285,0
8	6152	353	16,0	18x1	205	0,50	3280	2,2	275,0	0	3555,0	9840,0
9	8970	514	1,0	22x1	140	0,47	140	2,2	239,9	0	379,9	10219,9
10	9680	555	7,2	22x1	160	0,50	1152	2,2	279,4	0	1431,4	11651,3
11	11573	663	1,0	28x1,5	75	0,38	75	2,2	162,2	0	237,2	11888,5
12	12422	712	21,0	28x1,5	85	0,41	1785	2,2	186,7	0	1971,7	13860,2
13	25764	1477	3,1	35x1,5	90	0,51	279	22,4	2867,6	0	3146,6	17006,8
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 02 - místnost 3.07												
14	556	32	0,7	15x1	9	0,0687	6	56,6	1,0	115,4	7,3	122,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 02												
122,7 - 7,3 = 115,4 Pa, 32 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(6)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 01 - místnost 3.08												
15	864	50	0,7	18x1	7,5	0,07	5	56,6	149,2	84,6	154,4	239,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 01												
239 - 154,4 = 84,6 Pa, 50 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(6)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 03 - místnost 3.09												
16	626	36	10,5	15x1	7	0,08	74	58	181,0	289,6	254,5	544,1
Návrh přednastavení ventilu u OT 03												
544,1 - 254,5 = 289,6 Pa, 36 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(6)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 17 - místnost 2.07												
17	266	15	3,2	15x1	2,8	0,03	9	58	29,5	1052,5	1091,0	1120,5
18	418	24	6,7	15x1	4,5	0,05	30	2,2	2,9		33,0	1153,5
19	1195	69	2,6	15x1	33	0,15	86	2,2	24,1		109,9	1233,9
Návrh přednastavení ventilu u OT 17												
4312,6 - 425,3 = 3887,3 Pa, 48 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 19 - místnost 2.08												
20	152	9	5,5	15x1	2	0,02	11	59,4	11,9	1097,6	22,9	1120,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 19												
1120,5- 22,9 = 1097,6 Pa, 9 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 20 - místnost 2.06												
21	777	45	0,7	15x1	16	0,10	11	58	271,2	871,2	282,4	1153,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 20												
1153,5 - 282,4 = 871,1 Pa, 45 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(5)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 21 - místnost 2.06												
22	542	31	1,2	15x1	6	0,07	7	58	135,7	2158,5	142,9	2301,4
Návrh přednastavení ventilu u OT 21												
2301,4 - 142,9 = 2158,5 Pa, 31 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 26 - místnost 2.04												
23	1029	59	5,0	15x1	25	0,13	125	59,4	471,5	5035,9	596,5	5632,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 26												
5632,5 - 596,5 = 5035,9 Pa, 59 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 37 - místnost 1.07												
24	1049	60	4,0	15x1	26	0,13	104	58	482,6	4819,4	586,6	5406,0
25	1188	68	7,6	15x1	108	0,23	821	2,2	58,2	0,0	879,0	6285,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 37												
6285 - 879,0 - 586,6 = 4819,4 Pa, 60 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(4)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 38 - místnost 1.06												
26	139	8	9,4	15x1	2	0,02	19	59,4	11,9	5375,3	30,7	5406,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 38												
5406 - 30,7 = 5375,3 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování potrubí stoupačka F												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 10 - místnost 3.03												
27	745	43	8,1	15x1	15	0,09	122	58	251,4	8934,7	372,9	9307,6
28	1954	112	6,8	15x1	75	0,24	510	2,2	62,8	0,0	572,8	9880,4
29	2818	162	1,5	15x1	140	0,34	210	2,2	129,4	0,0	339,4	10219,9
Návrh přednastavení ventilu u OT 10												
10219,9 - 339,4 - 572,8 - 372,9 = 8934,7 Pa, 43 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 13 - místnost 3.02												
30	1209	69	0,7	15x1	108	0,23	76	58	1534,1	7697,9	1609,7	9307,6
Návrh přednastavení ventilu u OT 13												
9307,6 - 1609,7 = 7697,9 Pa, 69 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 27 - místnost 2.03												
31	864	50	0,7	15x1	19	0,11	13	58	332,0	9535,1	345,3	9880,4
Návrh přednastavení ventilu u OT 27												
9880,4 - 345,3 = 9880,4 Pa, 50 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												

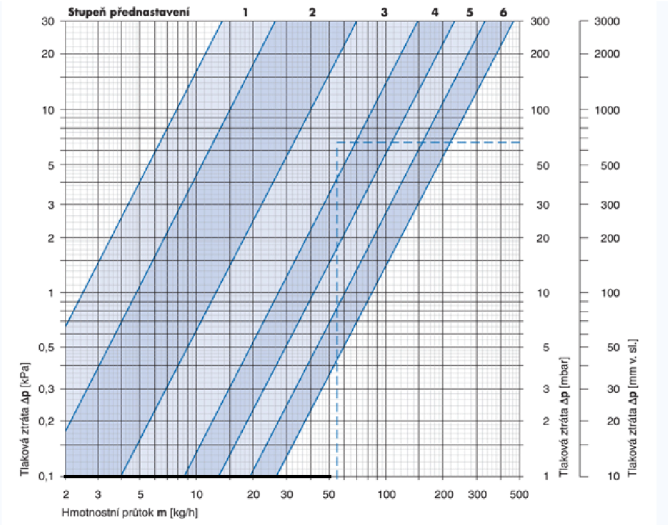
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 41 - místnost 1.05												
32	139	8	7,1	15x1	2	0,02	14	59,4	11,9	10117,4	26,1	10143,4
33	710	41	4,5	15x1	15	0,09	68	2,2	8,9	0,0	76,4	10219,9
Návrh přednastavení ventilu u OT 41												
10219,9 - 76,4 - 26,1 = 10117,4 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 42 - místnost 1.04												
34	571	33	4,7	15x1	6,25	0,07	29	59,4	150,6	9963,5	179,9	10143,4
Návrh přednastavení ventilu u OT 42												
10143,4 - 179,9 = 9963,5 Pa, 33 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování potrubí stoupačka E												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 34 - místnost 2.01												
40	1029	59	5,6	15x1	26	0,13	146	59,4	501,9	10846,8	647,5	11494,3
41	1893	109	1,3	15x1	74	0,24	96	2,2	60,7	0,0	156,9	11651,3
Návrh přednastavení ventilu u OT 34												
11651,3 - 156,9 - 647,5 = 10846,8 Pa, 59 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 33 - místnost 2.02												
42	864	50	5,6	15x1	7,5	0,07	42	59,4	156,5	11295,8	198,5	11494,3
Návrh přednastavení ventilu u OT 33												
11494,3 - 198,5 = 11295,8 Pa, 50 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 43 - místnost 2.01												
35	139	8	8,5	15x1	2	0,02	17	60,8	12,2	11801,4	29,2	11830,6
36	849	49	7,0	15x1	7,5	0,07	53	2,2	5,4	0,0	57,9	11888,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 34												
11888,5 - 57,9 - 29,2 = 11830,6 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 46 - místnost 1.01												
37	139	8	5,2	15x1	2	0,02	10	60,8	12,2	11719,6	22,6	11742,2
38	710	41	5,3	15x1	15	0,09	80	2,2	8,9	0,0	88,4	11830,6
Návrh přednastavení ventilu u OT 46												
11742,2 - 88,4 - 22,6 = 11742,2 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 47 - místnost 1.02												
39	571	33	4,6	15x1	6,25	0,07	29	59,4	145,5	11567,9	174,3	11742,2
Návrh přednastavení ventilu u OT 47												
11742,2 - 174,3 = 11742,2 Pa, 33 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												

č.ú.	Q	M	l	DN	R	w	R.l	Σξ	Z	Δp_{RV}	R.l+Z+Δp_{RV}	Δp_{DIS}
	(W)	(kg/h)	(m)	Dxt	(Pa/m)	(m/s)	(Pa)	(-)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
Dimenzování základního okruhu - stoupačka D OT 12												
43	556	32	24,5	15x1	9	0,07	221	62,2	145,5	TRV (3) 4972	366,0	5338,0
44	1112	64	6,8	15x1	29	0,14	197	2,2	20,6	0	217,8	5555,8
45	1668	96	4,0	15x1	57	0,21	228	2,2	46,2	0	274,2	5830,1
46	2732	157	6,8	15x1	130	0,33	884	2,2	118,3	0	1002,3	6832,4
47	4044	232	11,8	18x1	100	0,33	1180	3,6	194,8	0	1374,8	8207,3
48	5216	299	0,8	18x1	150	0,41	120	2,2	188,5	0	308,5	8515,8
49	7933	455	24,1	22x1	110	0,41	2651	2,2	182,2	0	2833,2	11349,0
50	8293	475	0,8	22x1	120	0,43	96	2,2	201,5	0	297,5	11646,5
51	9266	531	5,0	22x1	148	0,47	740	2,2	245,1	0	985,1	12631,6
52	9996	573	2,0	22x1	155	0,49	310	2,2	264,1	0	574,1	13205,7
53	13342	765	4,3	28x1,5	100	0,45	430	2,2	224,7	0	654,7	13860,2
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 11 - místnost 3.07												
54	556	32	0,7	15x1	9	0,07	6	56,6	133,6	5198,1	139,9	5338,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 11												
5684 - 139,9 = 5544,1 Pa, 32 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 06 - místnost 3.07												
55	556	32	0,7	15x1	9	0,07	6	56,6	133,6	5416,0	139,9	5555,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 06												
5901,9- 139,9 = 5762 Pa, 32 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 04 - místnost 3.10												
56	532	30	7,2	15x1	8	0,06	58	59,4	122,0	5513,9	179,6	5693,5
57	1064	61	4,1	15x1	26	0,13	107	3,6	30,0	0,0	136,6	5830,1
Návrh přednastavení ventilu u OT 04												
6176,1 - 136,6 - 179,6 = 5859,6 Pa, 30 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 05 - místnost 3.10												
58	532	30	0,7	15x1	8	0,06	58	56,6	101,9	5533,6	159,9	5693,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 05												
6039,5 - 159,9 = 5879,6 Pa, 30 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 18 - místnost 2.09												
59	152	9	1,6	15x1	2	0,02	3	58	8,5	6723,3	11,7	6734,9
60	304	17	3,7	15x1	3,3	0,04	12	2,2	1,6	0,0	13,8	6748,7
61	1137	65	0,5	15x1	30	0,14	15	2,2	21,6	0,0	36,6	6785,3
62	1312	75	0,5	15x1	38	0,16	19	2,2	28,2	0,0	47,2	6832,4
Návrh přednastavení ventilu u OT 18												
7178,4 - 47,2 - 36,6 - 13,8 - 11,7 = 7069,3 Pa, 9 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 22 - místnost 2.12												
63	152	9	1,5	15x1	2	0,02	3	58	11,6	6720,3	14,6	6734,9
Návrh přednastavení ventilu u OT 22												
7080,9 - 69,3 = 7011,6 Pa, 9 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 25 - místnost 2.20												
64	694	40	11,6	15x1	13	0,09	151	56,6	206,9	6319,0	357,7	6676,7
65	833	48	2,5	15x1	18	0,10	45	5	27,0	0,0	72,0	6748,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 25												
7094,7 - 72 - 357,7 = 6665 Pa, 40 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 23 - místnost 2.11												
66	139	8	0,7	15x1	2	0,02	1	58	11,6	6663,7	13,0	6676,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 23												
7022,7 - 13 = 7009,7 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 16 - místnost 2.10												
67	175	10	12,6	15x1	2,4	0,03	30	62,2	23,3	6731,7	53,6	6785,3
Návrh přednastavení ventilu u OT 16												
7131,3 - 53,6 = 7077,7 Pa, 10 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování potrubí stoupačka C												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 08 - místnost 3.05												
68	152	9	7,8	15x1	2	0,02	16	62,2	12,4	8106,5	28,0	8134,5
69	959	55	4,6	15x1	22	0,12	101	3,6	24,6		125,8	8260,3
70	1172	67	6,8	15x1	32	0,15	218	3,6	37,8		255,4	8515,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 08												
8861,8 - 255,4 - 125,8 - 28 = 8452,5 Pa, 9 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 09 - místnost 3.06												
71	807	46	4,6	15x1	16,5	0,10	76	60,8	292,0	7766,6	367,9	8134,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 09												
8480,5 - 367,9 = 8112,6 Pa, 46 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu HM **(0,5)**												

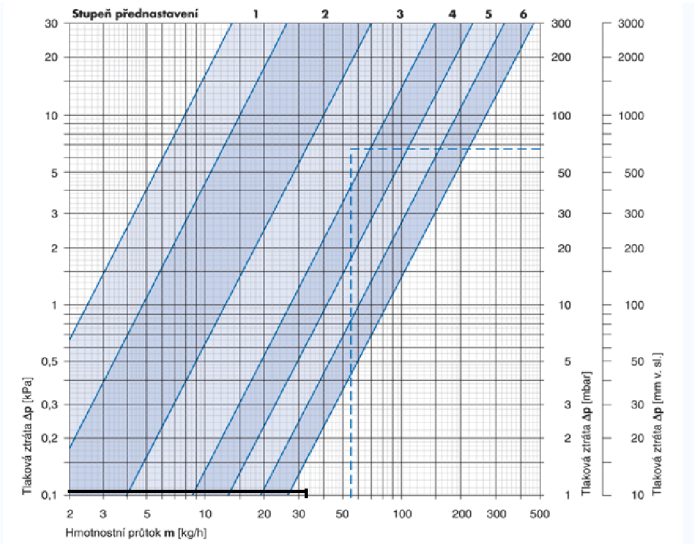
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 24 - místnost 2.13												
72	213	12	6,8	15x1	2,3	0,03	16	60,8	20,6	8224,3	36,1	8260,3
Návrh přednastavení ventilu u OT 24												
8606,3 - 36,1 = 8570,3 Pa, 12 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 39 - místnost 1.08												
73	834	48	6,1	15x1	18	0,10	110	62,2	311,0	9352,0	420,8	9772,8
74	1668	96	8,2	15x1	57,5	0,12	472	3,6	24,6	0,0	496,1	10269,0
75	2717	156	6,8	15x1	130	0,33	884	3,6	196,0	0,0	1080,0	11349,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 39												
11695 - 1080 - 496,1 - 420,8 = 9698 Pa, 48 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 40 - místnost 1.08												
76	834	48	0,7	15x1	18	0,10	13	58	290,0	9470,2	302,6	9772,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 40												
10118,8 - 302,6 = 9816,2 Pa, 48 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 36 - místnost 1.07												
77	1049	60	7,9	15x1	26	0,13	205	59,4	501,9	9561,7	707,3	10269,0
Návrh přednastavení ventilu u OT 36												
10615 - 707,3 = 9907,7 Pa, 60 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování potrubí stoupačka B												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 30 - místnost 2.15												
78	120	7	5,2	15x1	1,5	0,02	8	59,4	8,7	11595,3	16,5	11611,8
79	240	14	1,3	15x1	2,6	0,03	3	2,2	1,0	0,0	4,4	11616,1
80	360	21	6,3	15x1	4	0,05	25	5	5,2	0,0	30,4	11646,5
Návrh přednastavení ventilu u OT 30												
11992,5 - 30,4 - 4,4 - 16,5 = 11941,3 Pa, 7 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 29- místnost 2.16												
81	120	7	6,2	15x1	1,5	0,02	9	61,5	12,3	11590,2	21,6	11611,8
Návrh přednastavení ventilu u OT 29												
11957,8 - 21,6 = 11936,2 Pa, 7 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 31- místnost 2.17												
82	120	7	5,1	15x1	1,5	0,02	8	60,8	12,2	11596,3	19,8	11616,1
Návrh přednastavení ventilu u OT 31												
11962,1 - 19,8 = 11942,3 Pa, 7 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 44 - místnost 1.09												
83	834	48	2,7	15x1	18	0,10	49	58	313,7	12175,8	362,3	12538,1
84	973	56	2,5	15x1	23	0,12	58	5	36,0	0,0	93,5	12631,6
Návrh přednastavení ventilu u OT 44												
13273,6 - 93,5 - 362,3 = 12817,8 Pa, 48 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 45- místnost 1.11												
85	139	8	12,0	15x1	2	0,02	24	60,8	12,2	12501,9	36,2	12538,1
Návrh přednastavení ventilu u OT 45												
13180,1 - 36,2 = 13143,9 Pa, 8 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(1)**												
Dimenzování potrubí stoupačka H												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 48 - místnost 1.10												
95	811	46	0,7	15x1	20	0,10	14	62,2	311,0	12880,7	325,0	13205,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 48												
13205,7 - 325 = 12880,7 Pa, 46 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování potrubí stoupačka A												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 15 - místnost 3.01												
86	950	54	22,0	15x1	22	0,12	484	62,2	425,7	11854,5	909,7	12764,2
87	1900	109	7,2	15x1	70	0,23	504	3,6	95,2	0,0	599,2	13363,4
88	3721	213	1,1	15x1	240	0,46	264	2,2	232,8	0,0	496,8	13860,2
Návrh přednastavení ventilu u OT 15												
13860,2 - 496,8 - 599,2 - 909,7 = 11854,5 Pa, 54 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 14- místnost 3.01												
89	950	54	15,2	15x1	22	0,12	334	62,2	447,8	11982,0	782,2	12764,2
Návrh přednastavení ventilu u OT 14												
12764,2 - 782,2 = 11198,2 Pa, 54 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(3)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 28 - místnost 2.20												
90	694	40	22,0	15x1	13	0,09	286	56,6	206,9	12386,6	492,9	12879,4
91	1388	80	7,2	15x1	42,5	0,17	306	3,6	53,3	0,0	359,3	13238,7
92	1821	104	1,1	15x1	65	0,22	72	2,2	53,2	0,0	124,7	13363,4
Návrh přednastavení ventilu u OT 28												
13363,4 - 124,7 - 359,3 - 492,9 = 12386,6 Pa, 40 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 32 - místnost 2.20												
93	694	40	0,7	15x1	13	0,09	9	62,2	251,9	12618,4	261,0	12879,4
Návrh přednastavení ventilu u OT 32												
12879,4 - 264 = 12618,4 Pa, 40 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 35 - místnost 2.19												
94	433	25	0,7	15x1	4,75	0,05	3	62,2	92,4	13143,0	95,7	13238,7
Návrh přednastavení ventilu u OT 35												
13238,7 - 95,7 = 13143 Pa, 40 kg/h → přednast. V-exakt z diagramu **(2)**												

Přednastavení ventilů u otopných těles - II. varianta

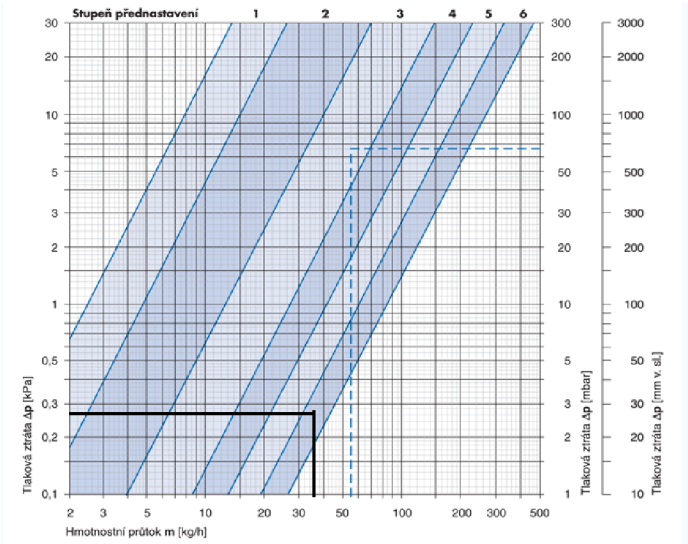
OT 01



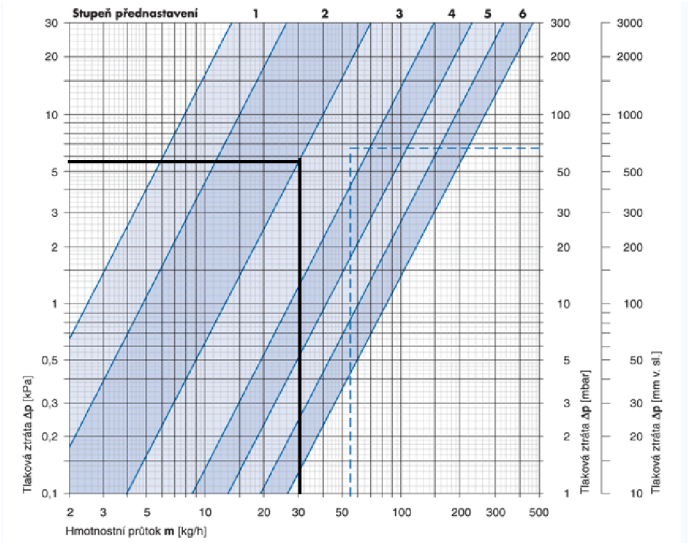
OT02



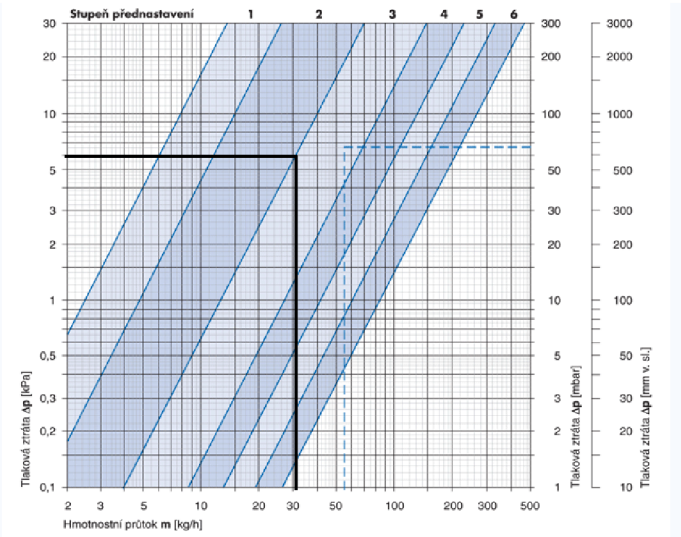
OT 03



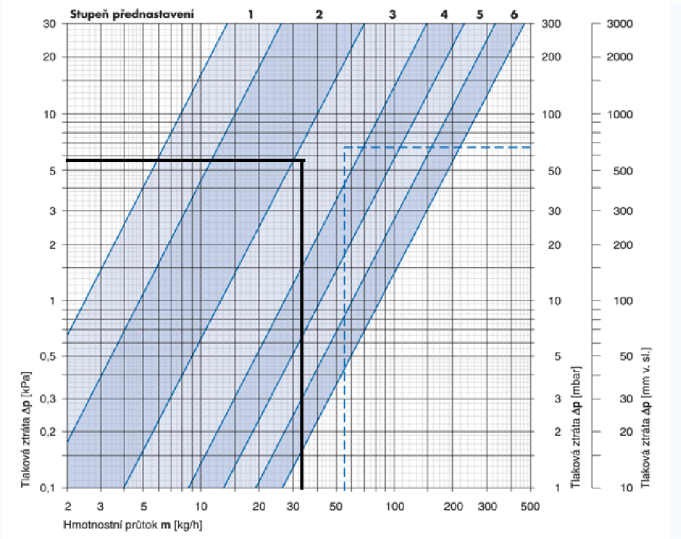
OT 04



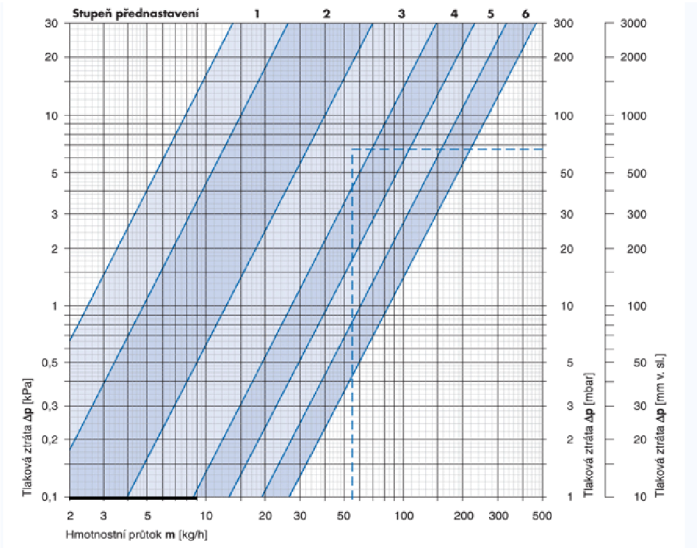
OT 05



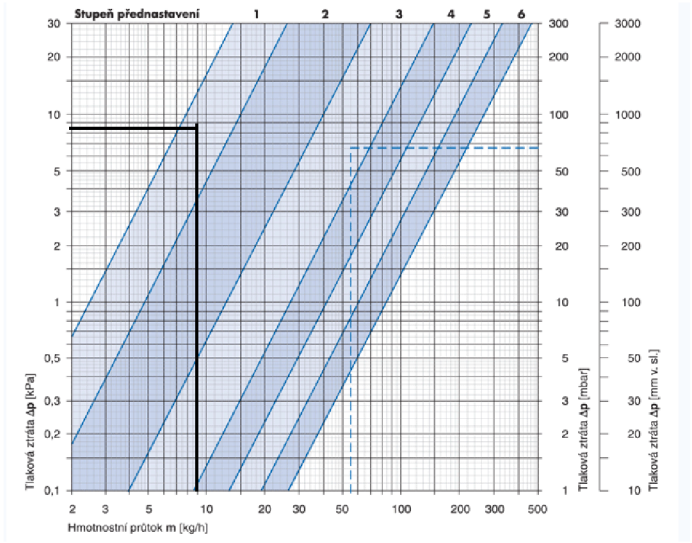
OT 06



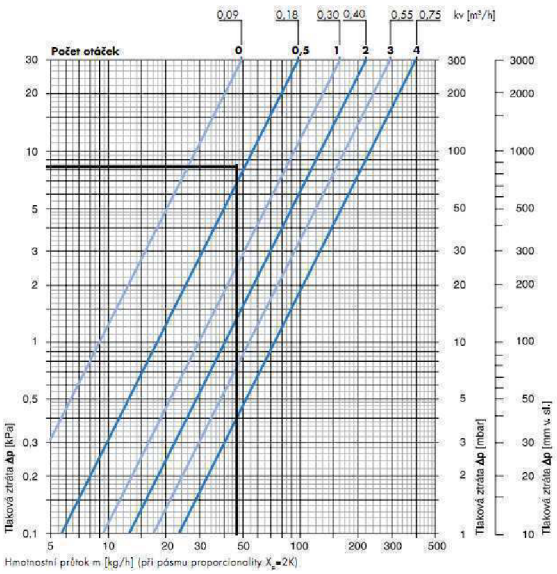
OT 07



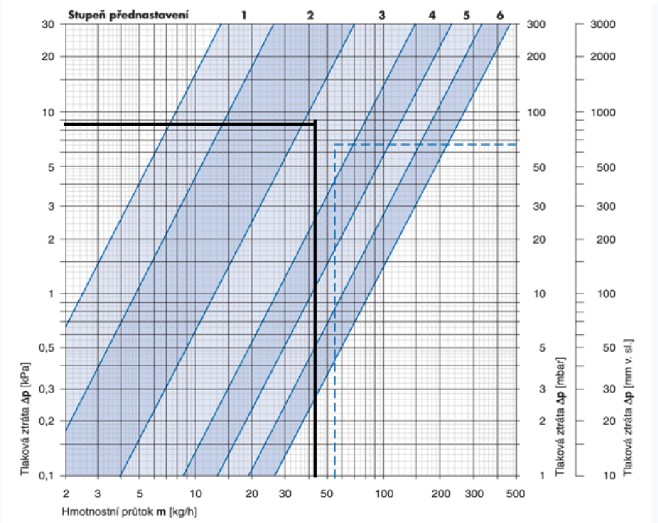
OT 08



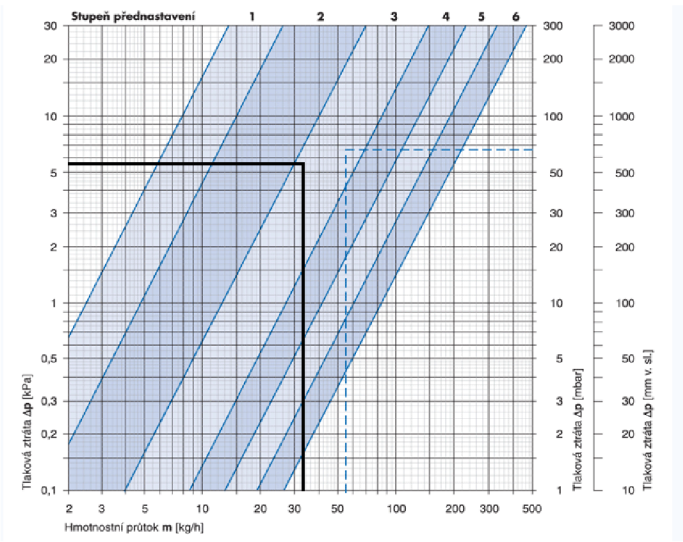
OT 09



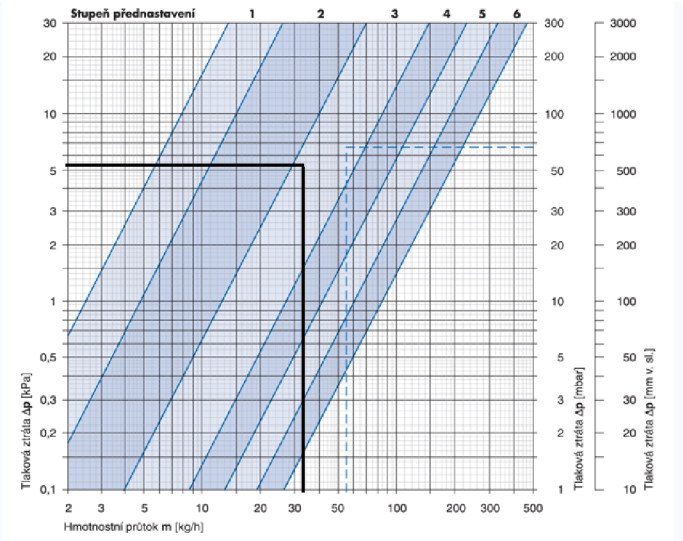
OT 10



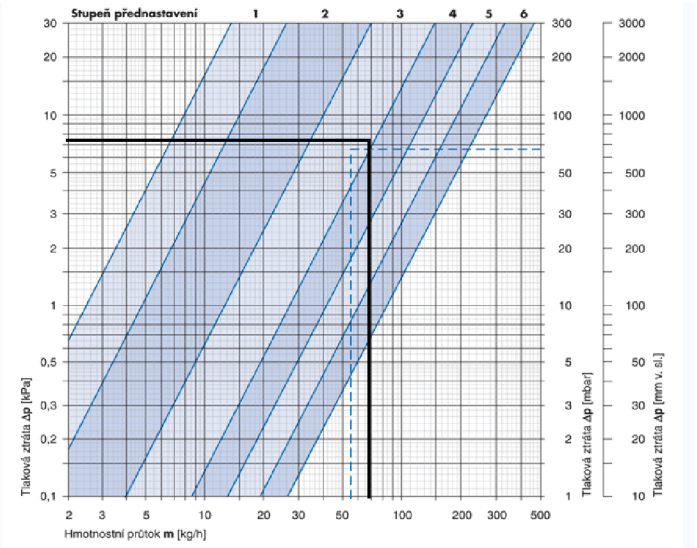
OT 11



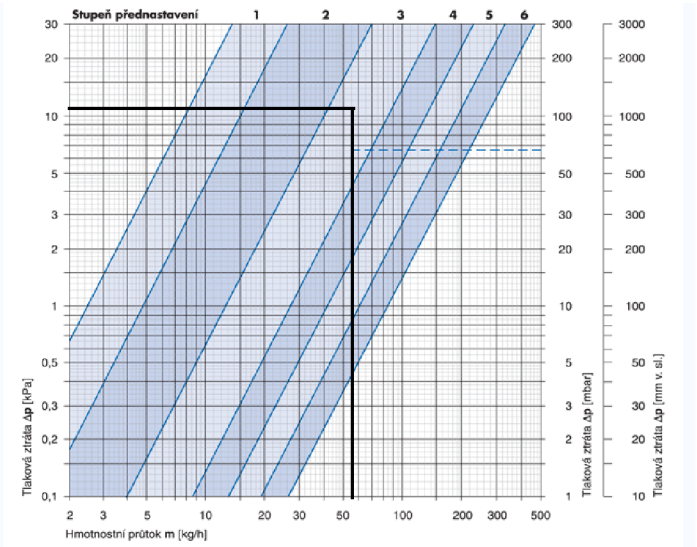
OT 12



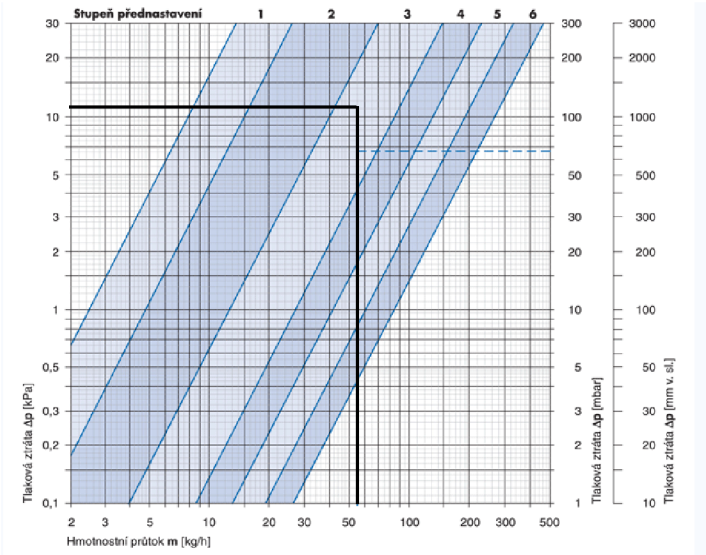
OT 13



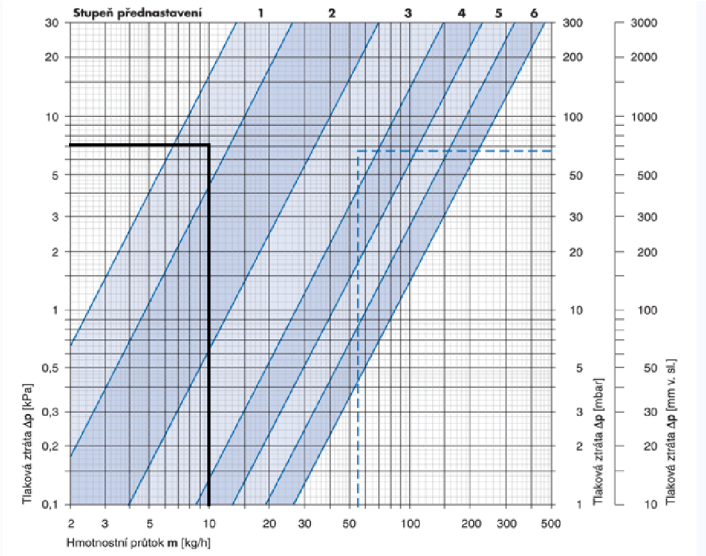
OT 14



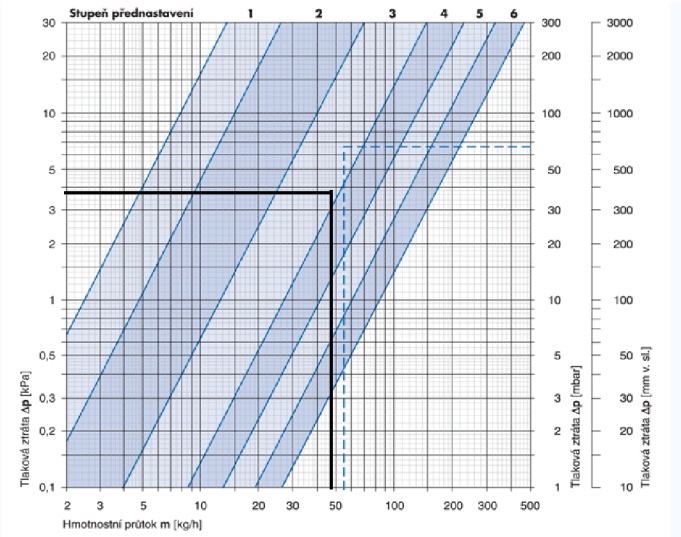
OT 15



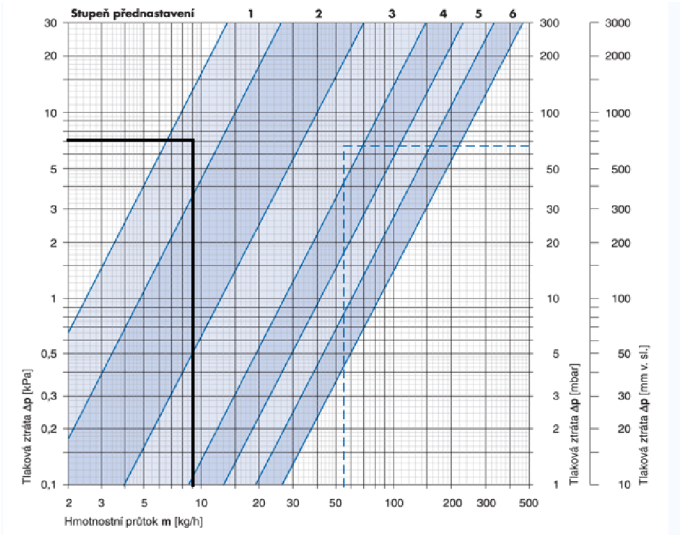
OT 16



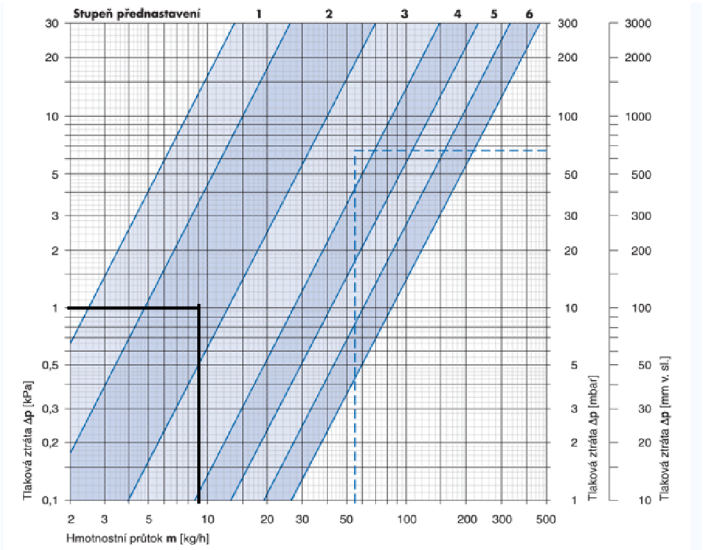
OT 17



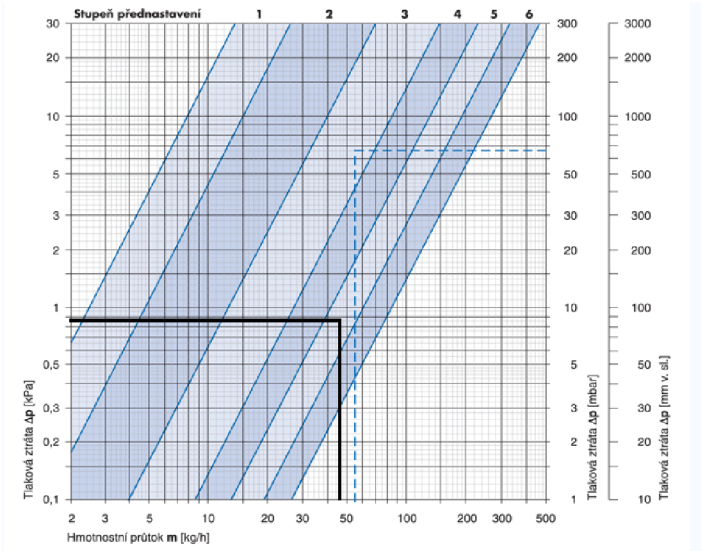
OT 18



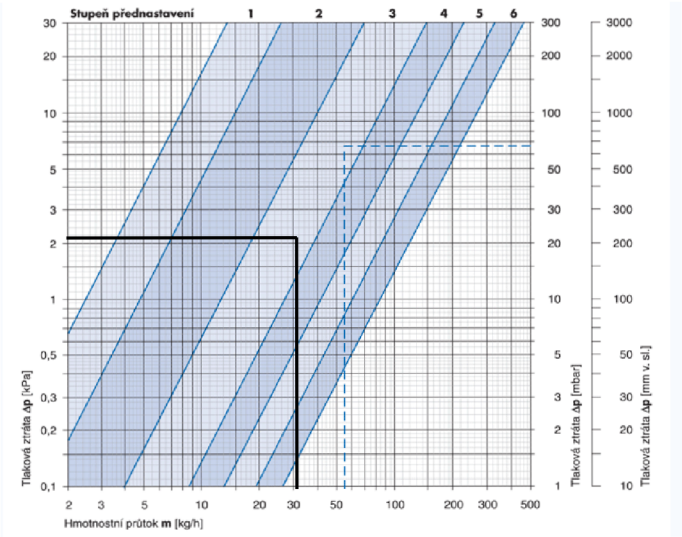
OT 19



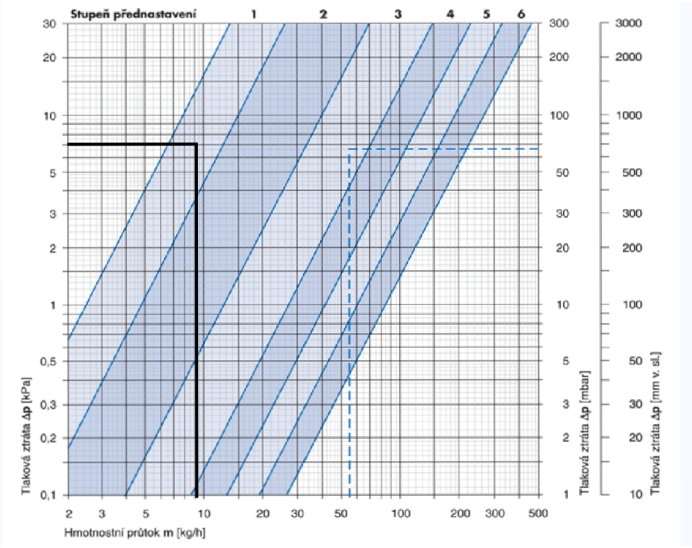
OT 20



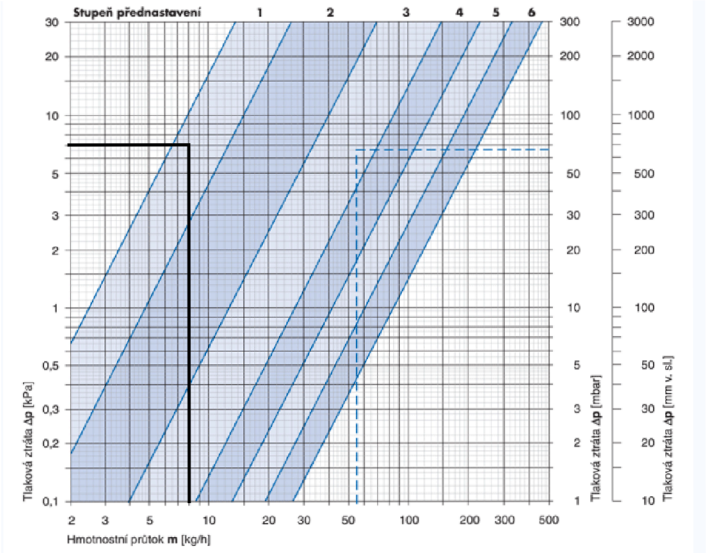
OT 21



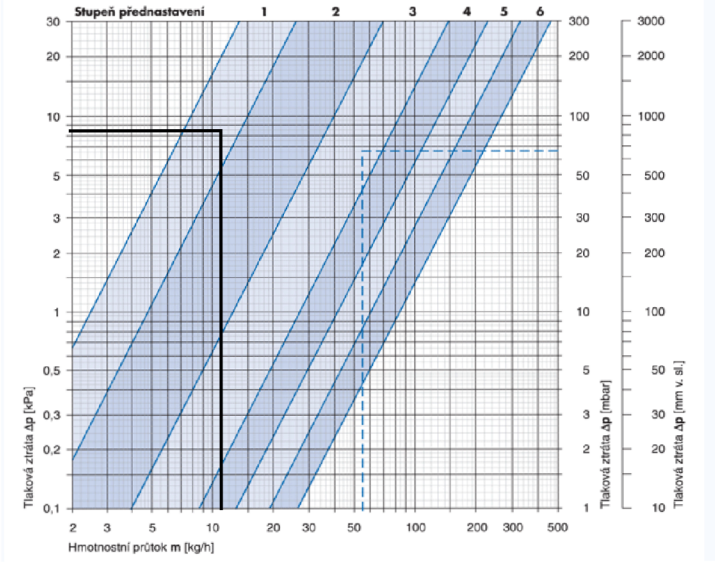
OT 22



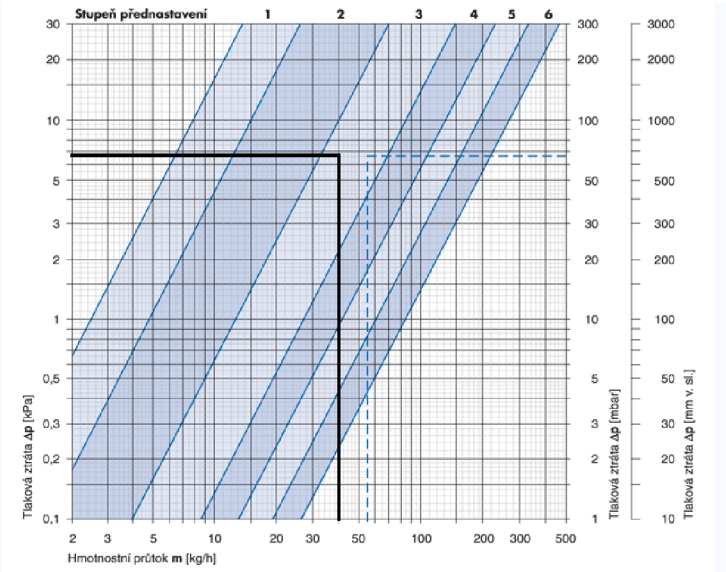
OT 23



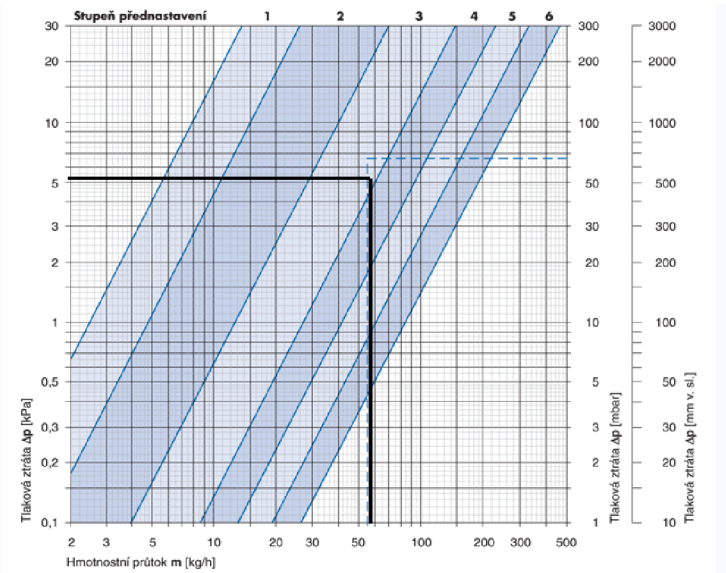
OT 24



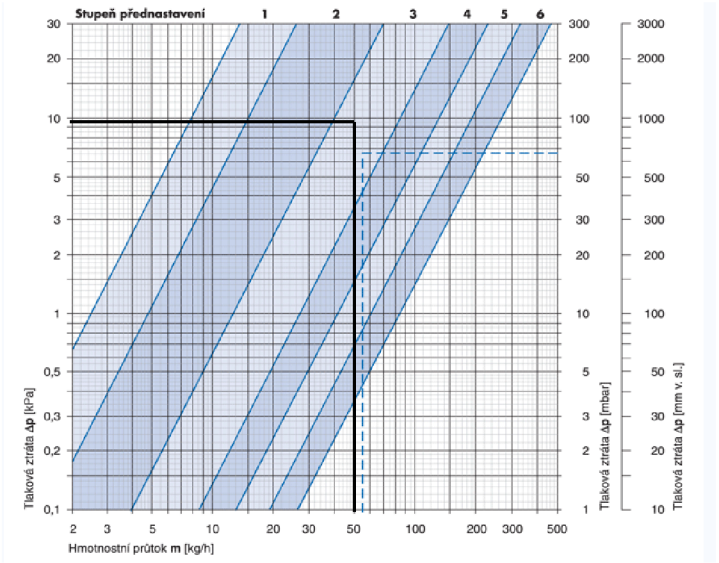
OT 25



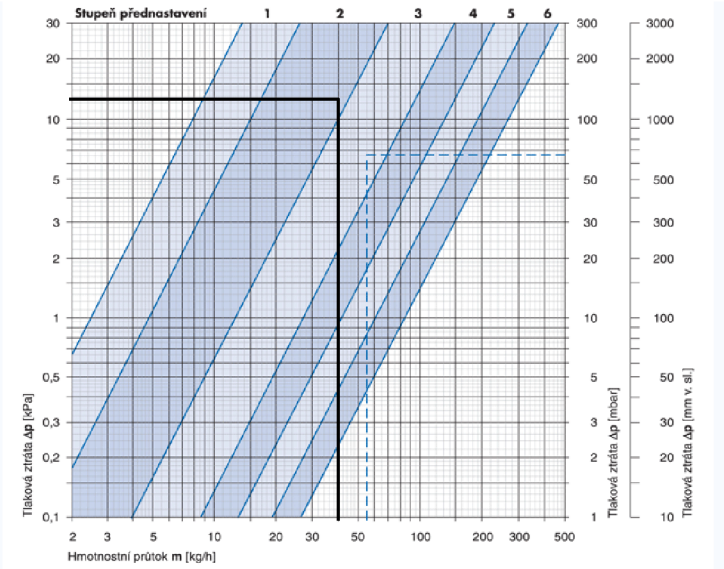
OT 26



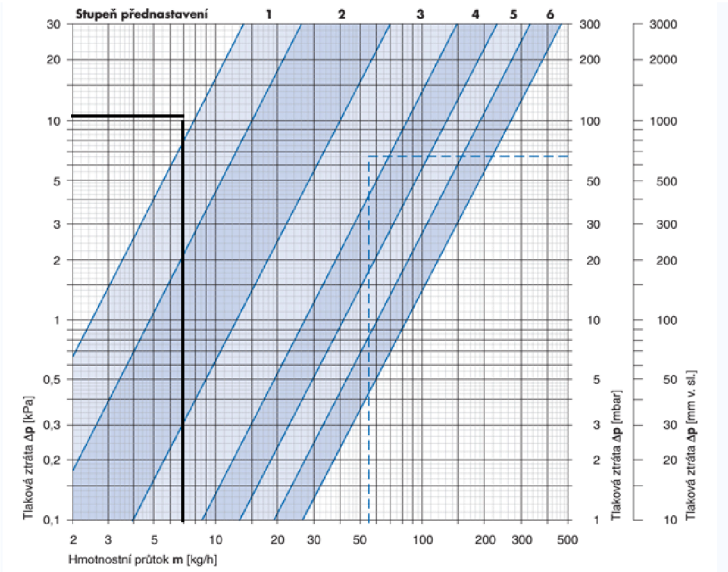
OT 27



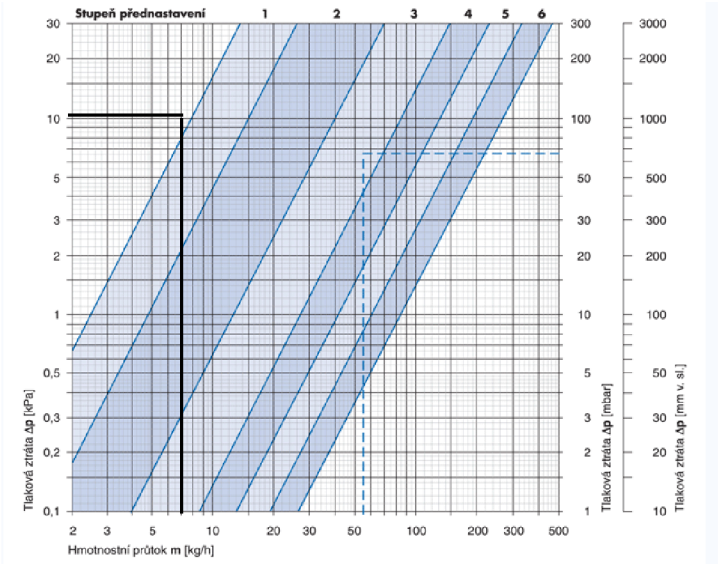
OT 28



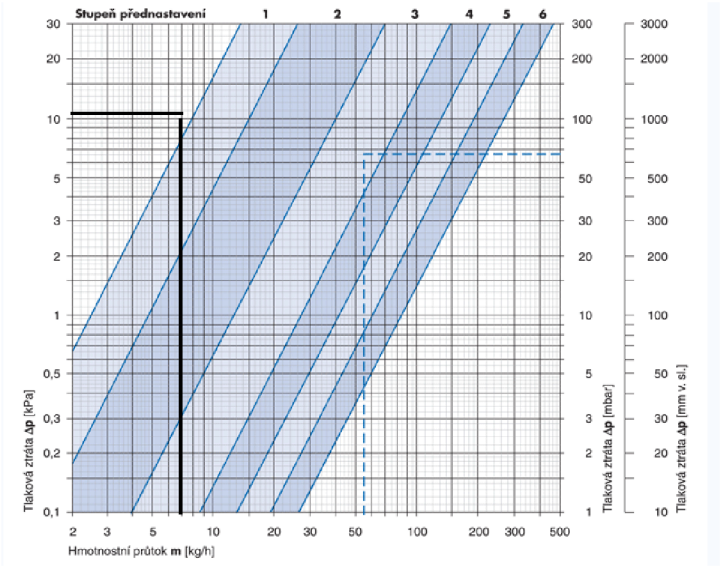
OT 29



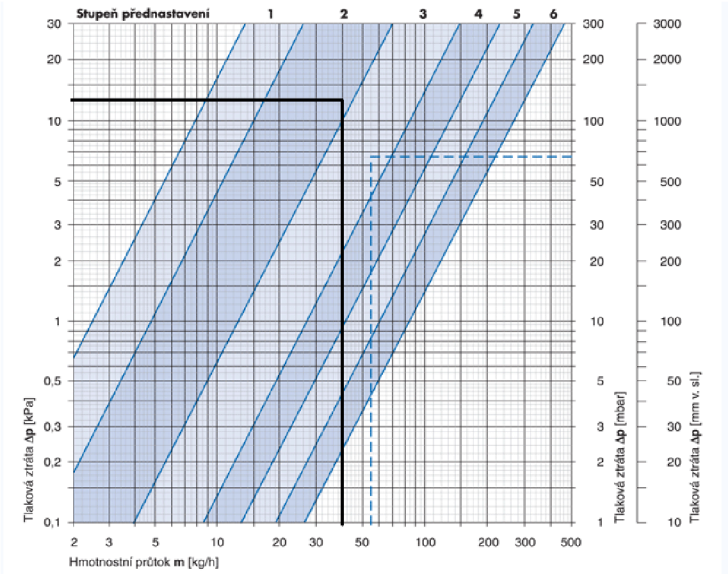
OT 30



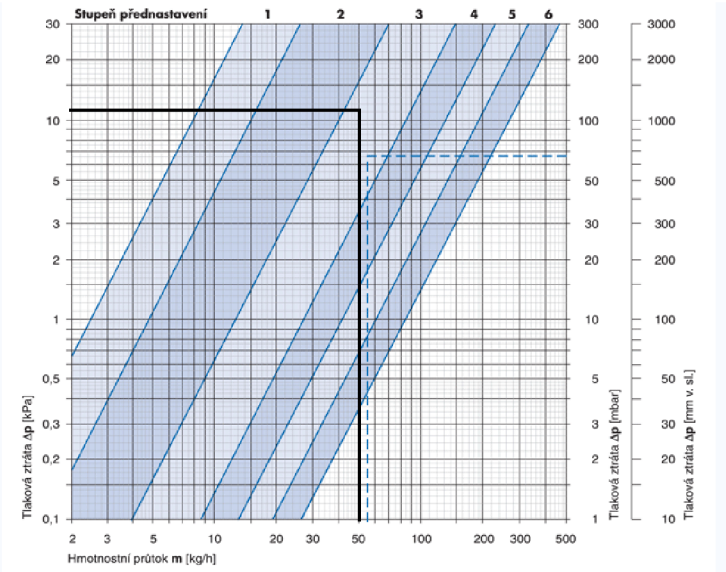
OT 31



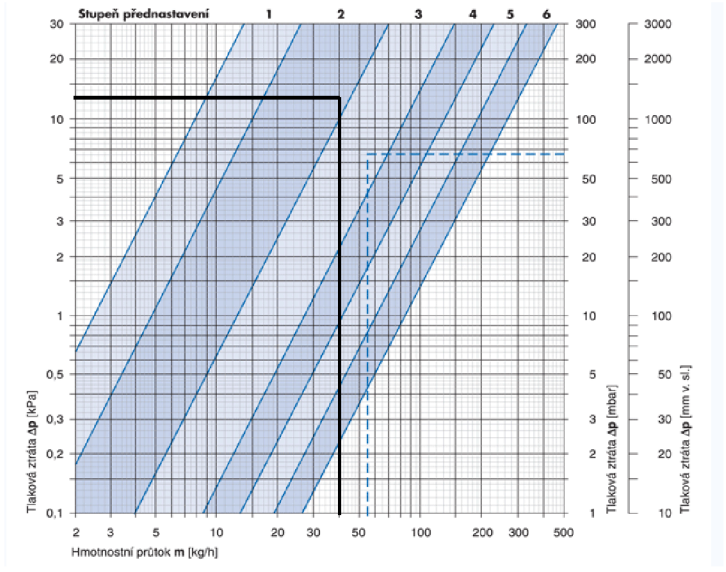
OT 32



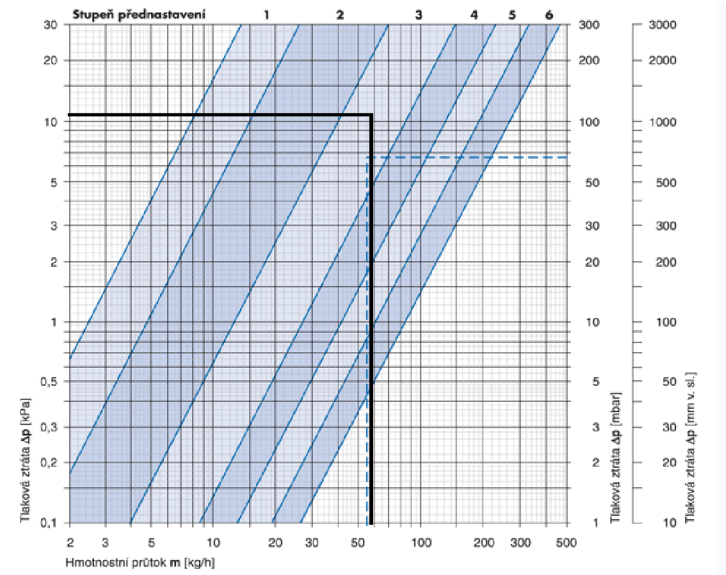
OT 33



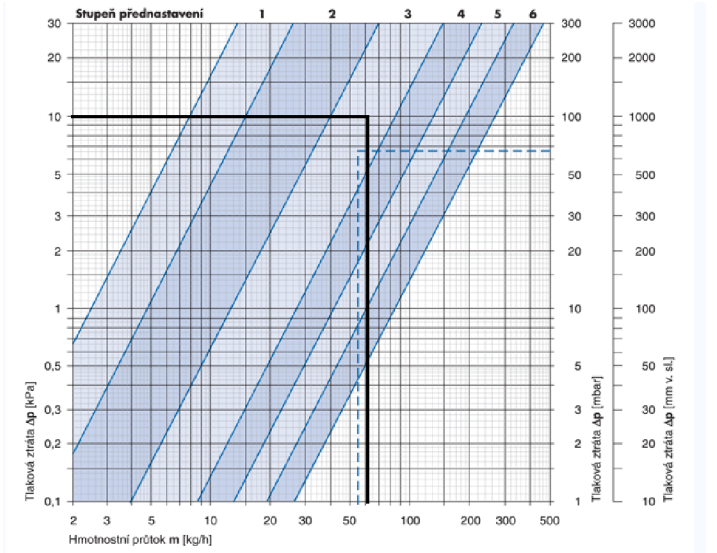
OT 35



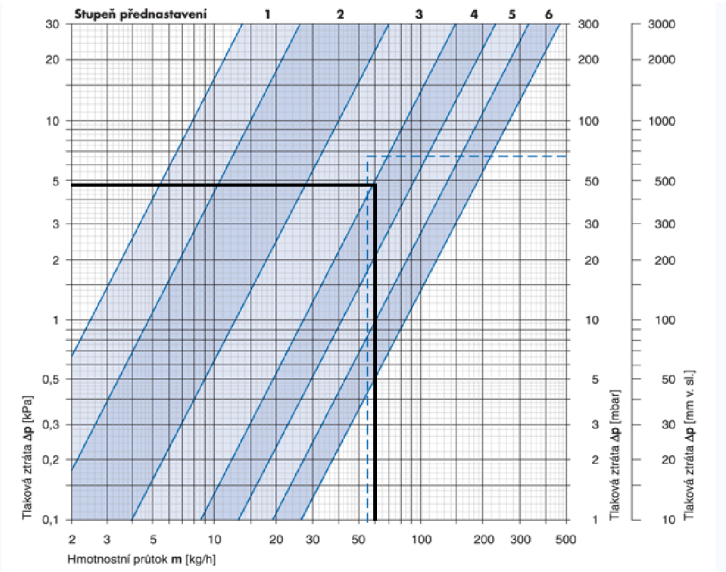
OT 34



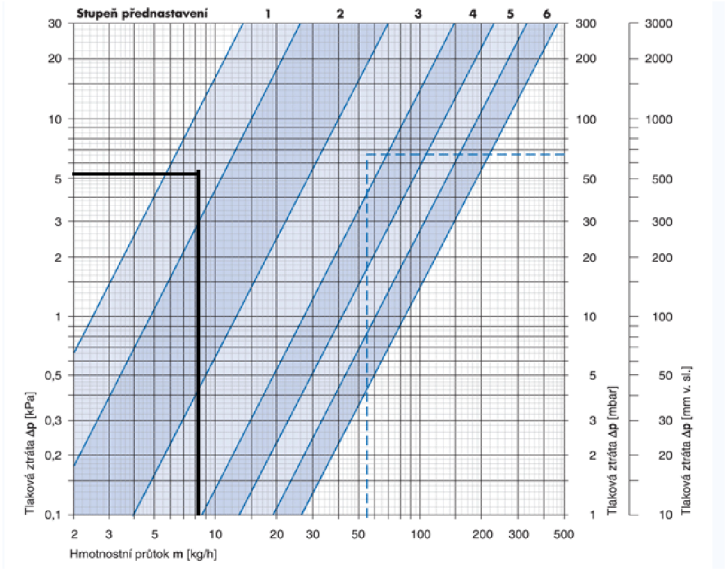
OT 36



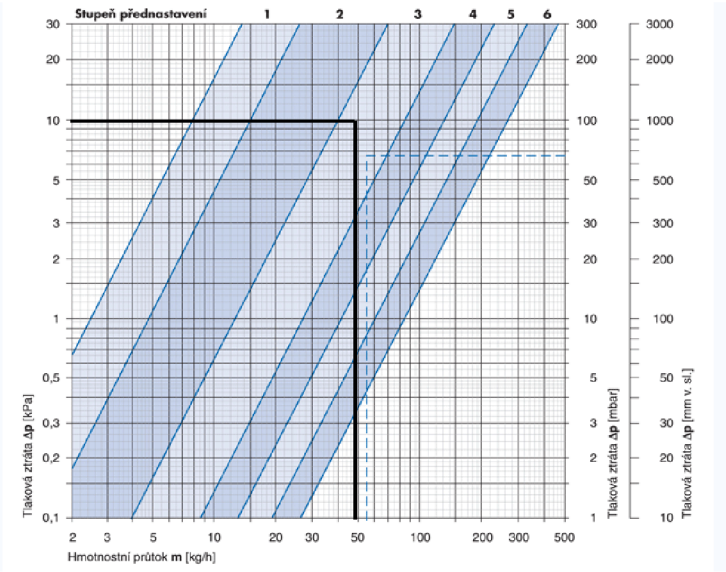
OT 37



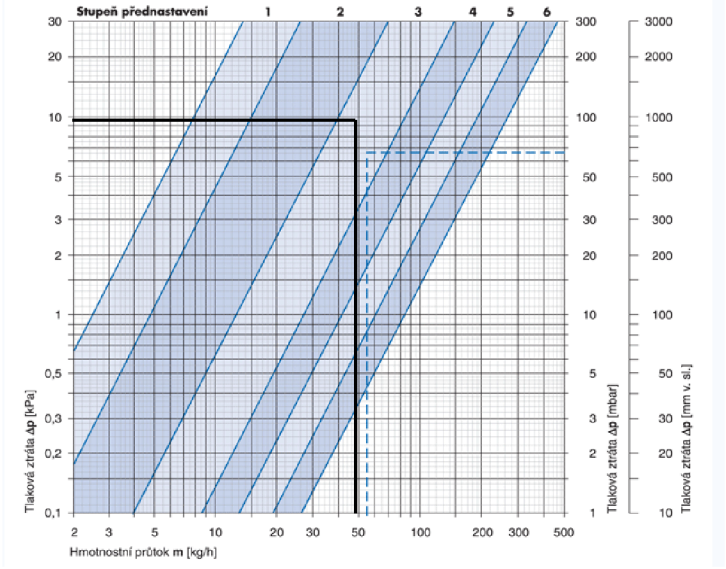
OT 38



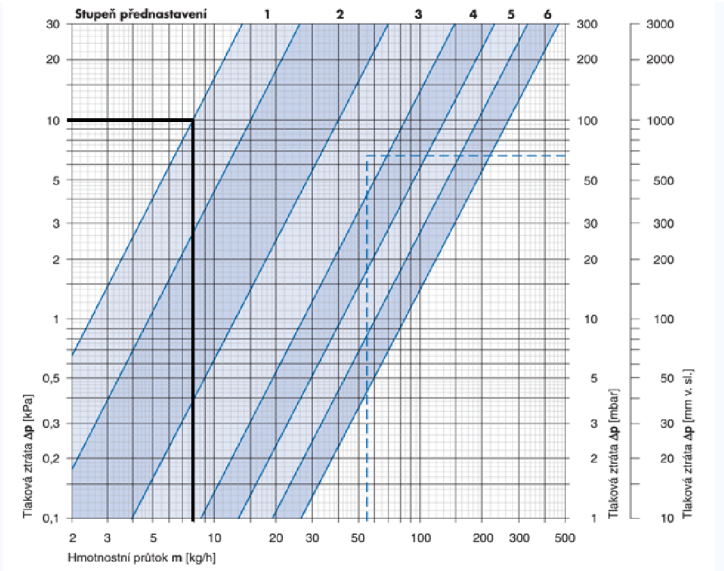
OT 39



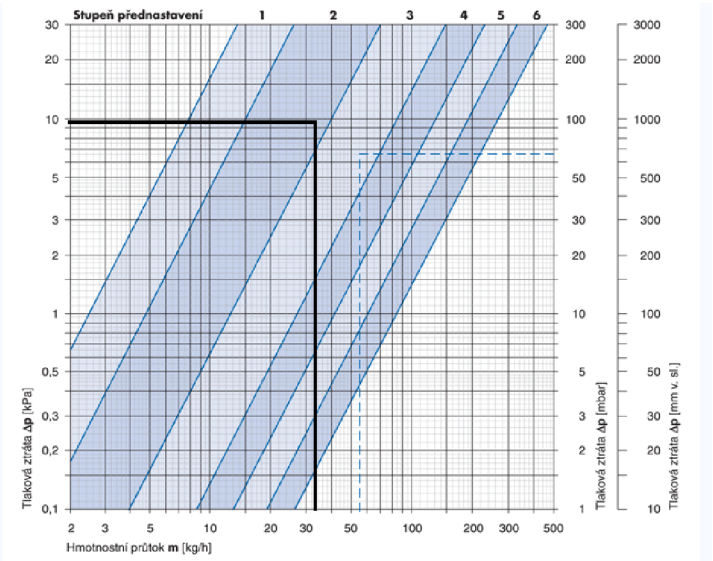
OT 40



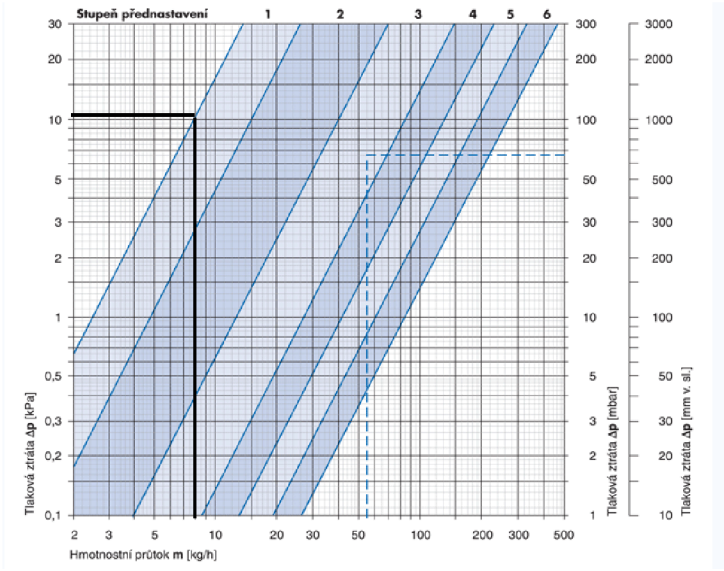
OT 41



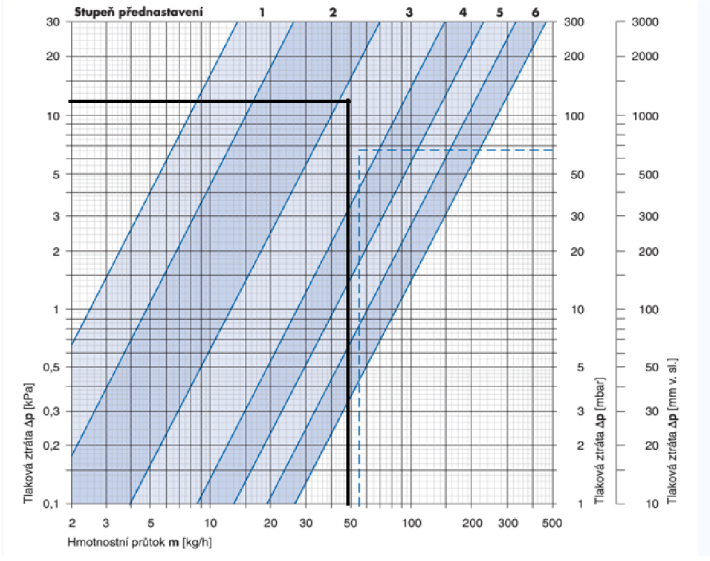
OT 42



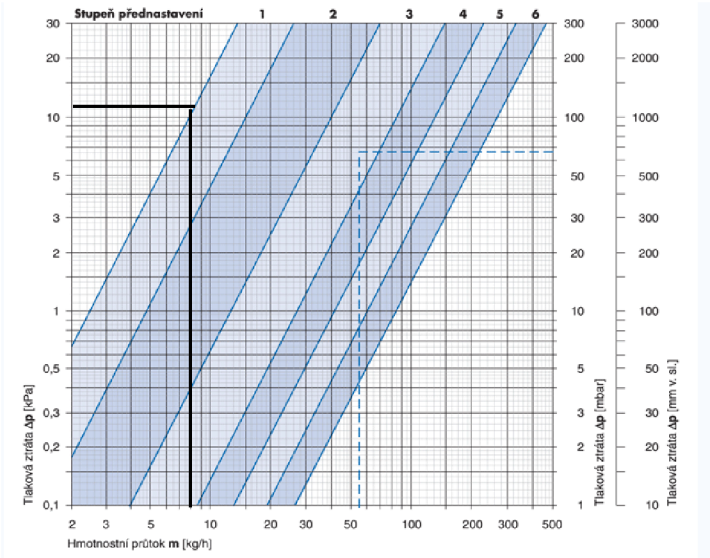
OT 43



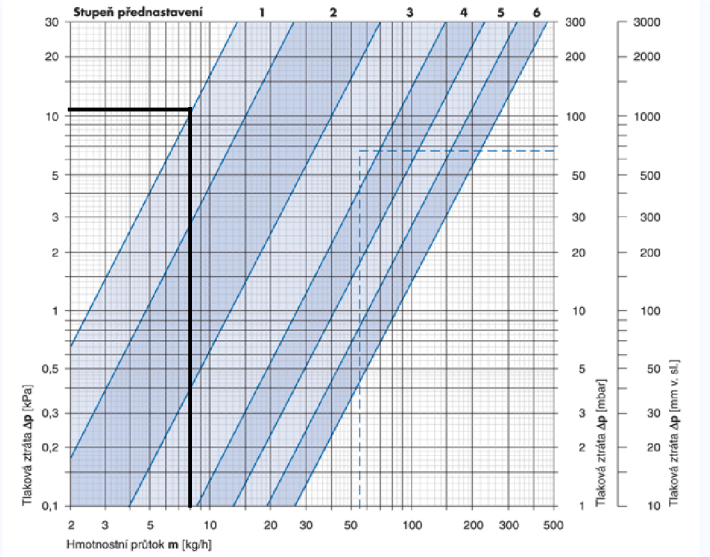
OT 44



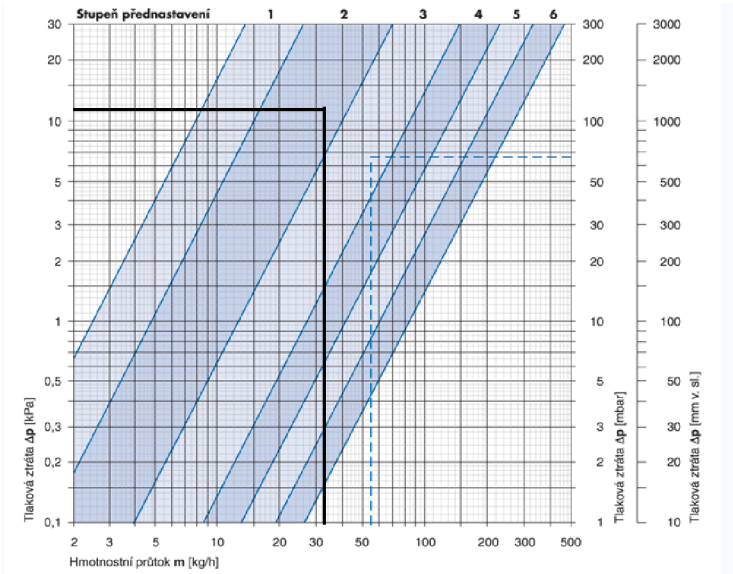
OT 45



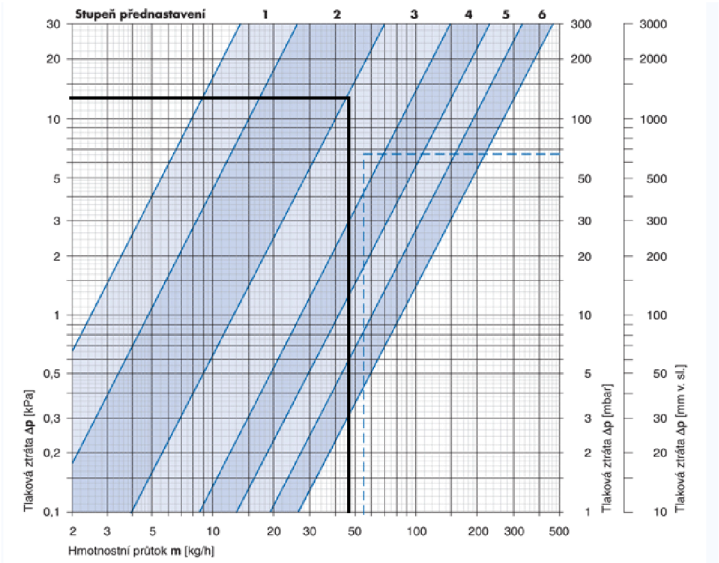
OT 46



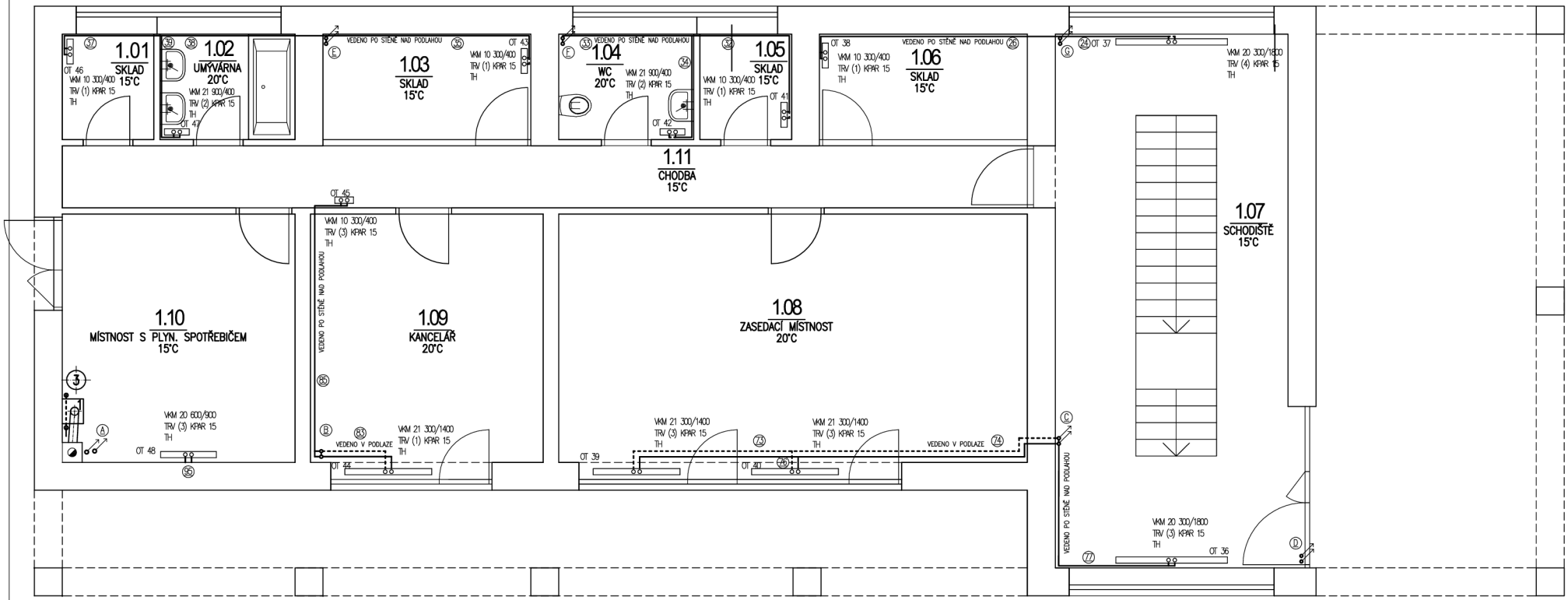
OT 47



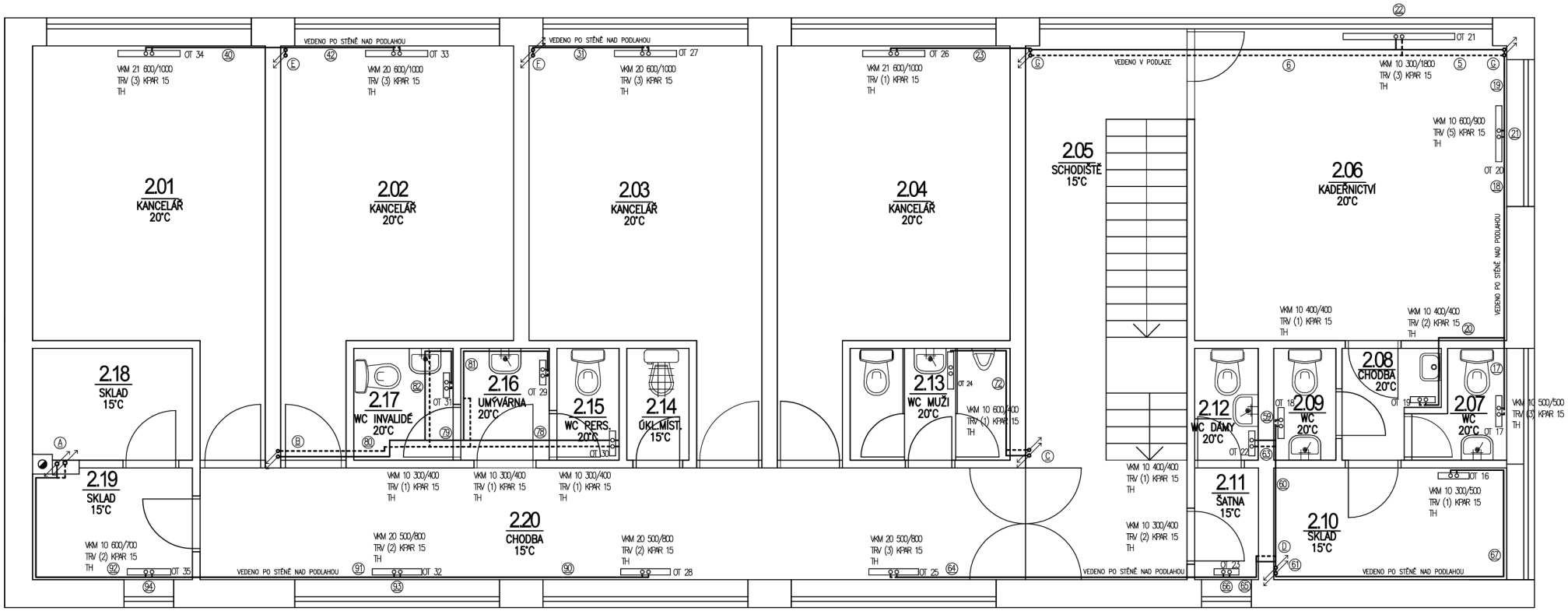
OT 48



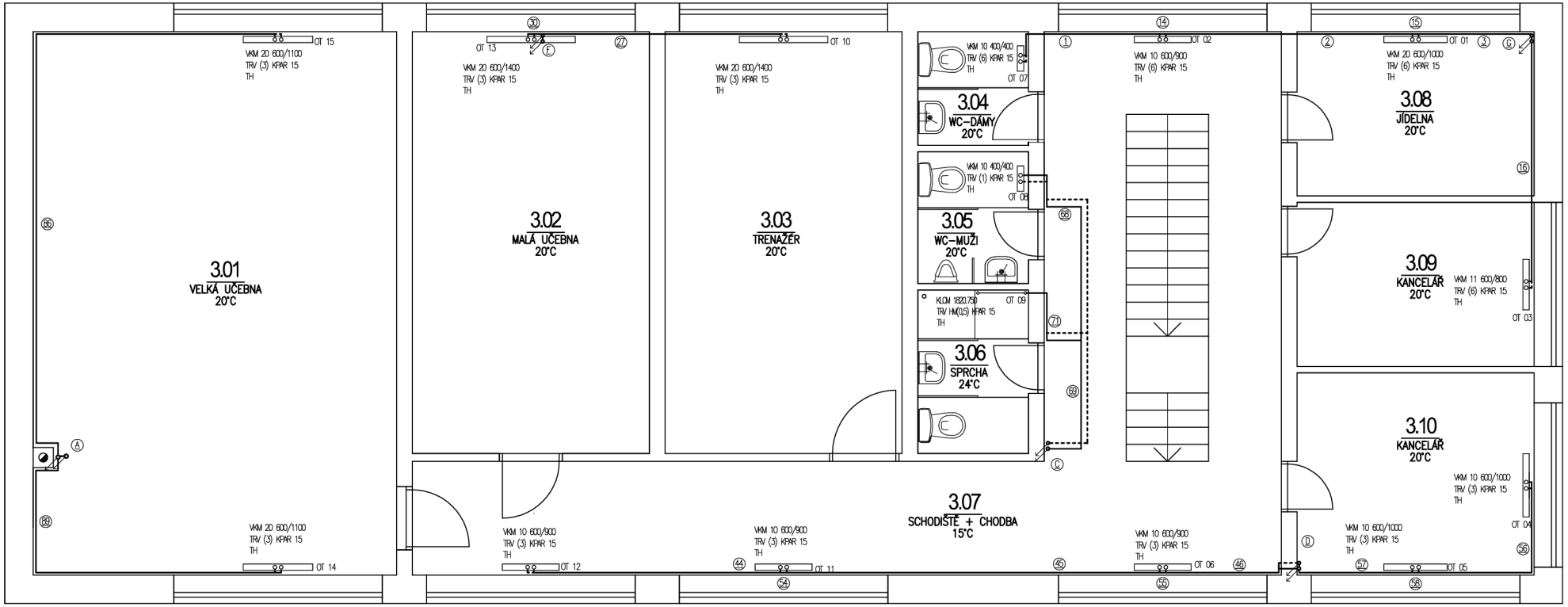
OZNAČENÍ ÚSEKŮ POTRUBÍ 1NP II. VARIANTA



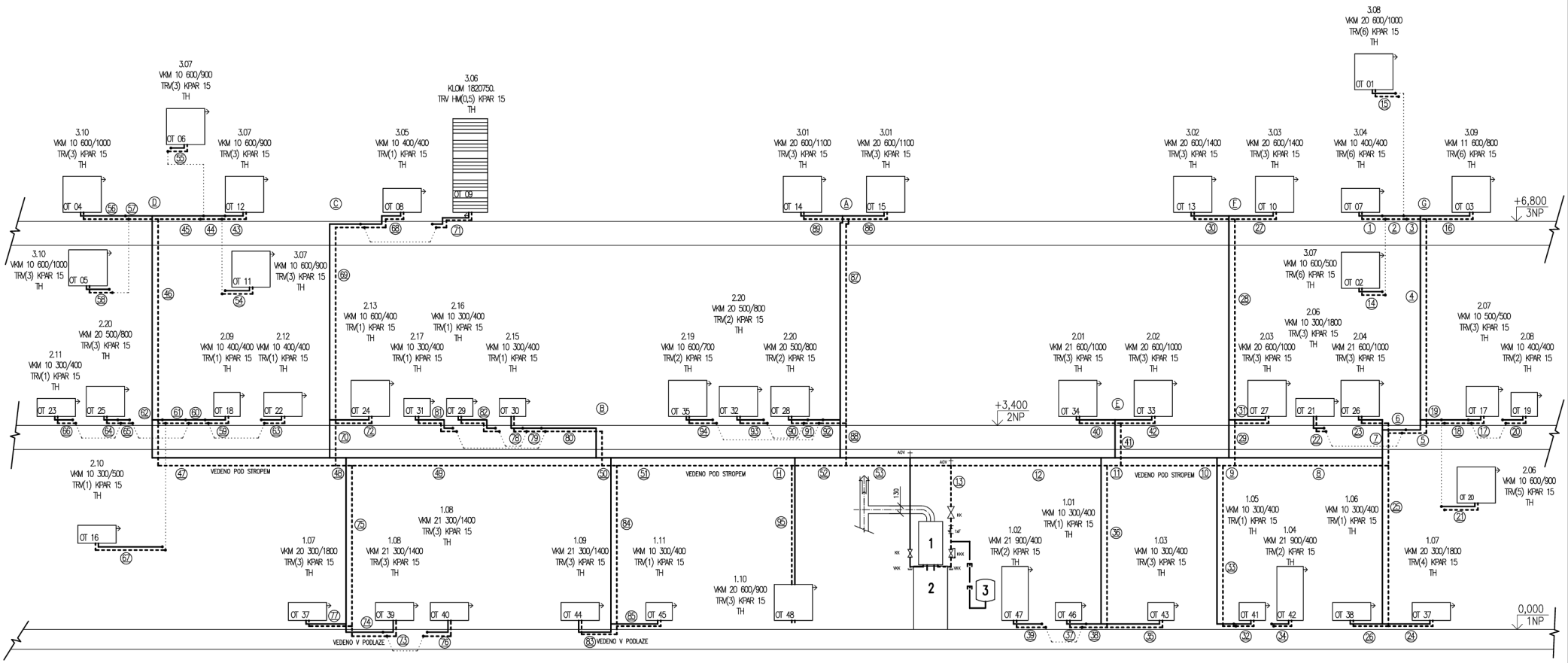
OZNAČENÍ ÚSEKŮ POTRUBÍ 2NP II. VARIANTA



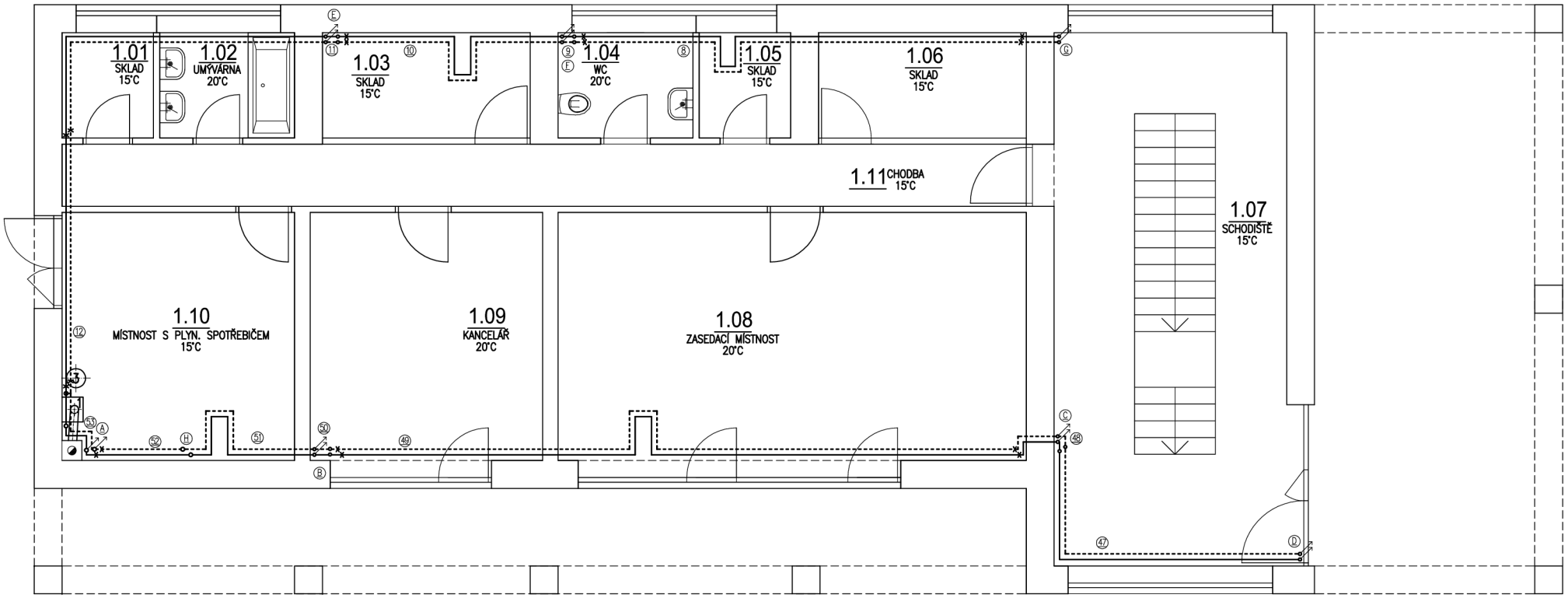
OZNAČENÍ ÚSEKŮ POTRUBÍ 3NP II. VARIANTA



OZNAČENÍ ÚSEKŮ SCHÉMA II. VARIANTA



OZNAČENÍ ÚSEKŮ POTRUBÍ ROZVOD KE STOUPAČKÁM 1NP II. VARIANTA



B.10 Návrh délkové teplotní dilatace pro II. variantu

Délková změna při uvažované montážní teplotě **20°C** a provozní teplotě **70°C** :

Úsek 8 - délka potrubí přívodní vody - 7,1 m, délka potrubí vratné vody 7,1 m

$\Delta l = \alpha.l_0.\Delta t = 0{,}017.7{,}1.50 =$ <u>6 mm</u>

navrhuji kompenzátor změnou směru potrubí - potrubí je vedeno v podhledu

Úsek 9 + 10 - délka potrubí přívodní vody - 3,85 m, délka potrubí vratné vody 3,85 m

$\Delta l = \alpha.l_0.\Delta t = 0{,}017.3{,}85.50 =$ <u>3,3 mm</u>

navrhuji kompenzátor změnou směru potrubí - potrubí je vedeno v podhledu

Úsek 12 - délka potrubí přívodní vody - 4,1 m, délka potrubí vratné vody 4,1 m

$\Delta l = \alpha.l_0.\Delta t = 0{,}017.4{,}1.50 =$ <u>3,5 mm</u>

navrhuji kompenzátor změnou směru potrubí - potrubí je vedeno v podhledu

Úsek 49 - délka potrubí přívodní vody - 10,9 m, délka potrubí vratné vody 10,9 m

$\Delta l = \alpha.l_0.\Delta t = 0{,}017.10{,}9.50 =$ <u>9,27 mm</u>

navrhuji kompenzátor změnou směru potrubí - potrubí je vedeno v podhledu

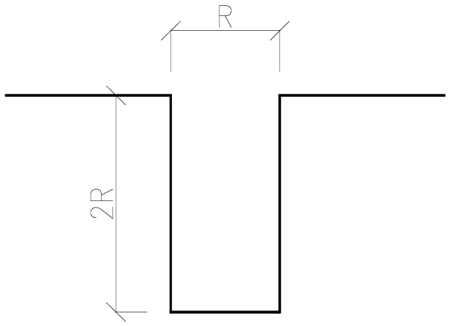
Úsek 50 + 51 - délka potrubí přívodní vody - 3,8 m, délka potrubí vratné vody 3,8 m

$\Delta l = \alpha.l_0.\Delta t = 0{,}017.3{,}8.50 =$ <u>3,23 mm</u>

navrhuji kompenzátor změnou směru potrubí - potrubí je vedeno v podhledu

Charakteristický rozměr "U"- kompenzátoru R je závislý na průměru trubky a prodloužení trubky Δl. Pro prodloužení trubky Δl do 12 mm lze uvažovat tyto hodnoty :

Vnější **průměr** trubky x tloušťka stěny [mm]	15x1	18x1	22x1	28x1,5	35x1,5
Char. rozměr **R** [mm]	218	240	263	299	333



B.11 NÁVRH IZOLACÍ POTRUBÍ

Potrubí pro vytápění, měděné, 15x1mm

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace

ROCKWOOL > FLEXOROCK

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka s_{iz} = 30 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.038 W / m K

Trubka

Měď

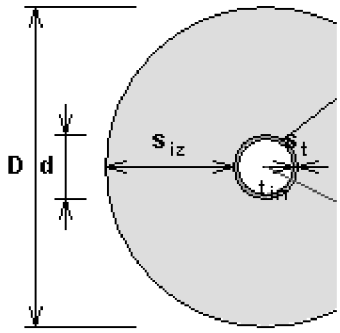
Rozměry trubky - 15x1

Průměr d = 15 mm

Tloušťka stěny s_t = 1 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

Rozsah provozních teplot: není uveden



$D = d + 2\, s_{iz}$ = 75 mm

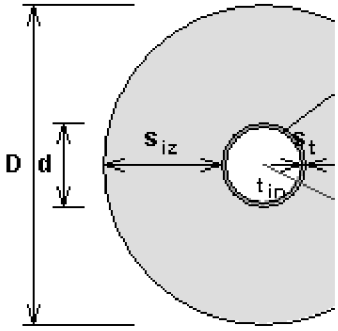
Potrubí

Teplota média	t_{in} =	70	°C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} =	20	°C
Relativní vlhkost vzduchu	m =	65	% ???
Teplota rosného bodu	t_w =	13.6	°C
Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu	α_e =	10	W / m² K
Délka potrubí	l =	1	m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{O,193/2007}$ = 0.15 W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	U_O = 0.14 ≤ 0.15 W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz}$ = 23 °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	q_p = 23.6 W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	q_{iz} = 7 W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	70 %
střední spotřeba izolace	0.1414 m² - platí pro plošnou izolaci

Potrubí pro vytápění, měděné, 18x1mm

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 25 Tloušťka s_{iz} = 25 mm Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.038 W / m K	 *Rozsah provozních teplot: není uveden*
Trubka Měď Rozměry trubky - 18x1 Průměr d = 18 mm Tloušťka stěny s_t = 1 mm Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K	
 $D = d + 2\,s_{iz} = 68$ mm	**Potrubí** Teplota média t_{in} = 70 °C Teplota v okolí potrubí t_{out} = 20 °C Relativní vlhkost vzduchu rh = 65 % ??? Teplota rosného bodu t_w = 13.6 °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α_e = 10 W / m² K Délka potrubí l = 1 m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007}$ = 0.18 W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	U_o = 0.166 ≤ 0.18 W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz}$ = 23.9 °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	q_p = 28.3 W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	q_{iz} = 8.3 W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	71 %
Střední spotřeba izolace	0.1351 m² - platí pro plošnou izolaci

Potrubí pro vytápění, měděné, 22x1mm

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace

ROCKWOOL > FLEXOROCK

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka s_{iz} = 30 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.038 W / m K

Trubka

Měď

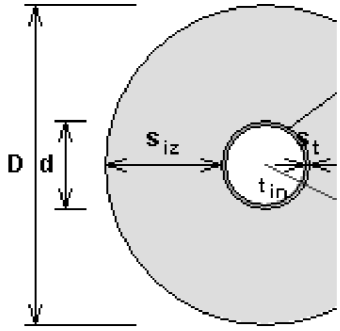
Rozměry trubky - 22x1

Průměr d = 22 mm

Tloušťka stěny s_t = 1 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

Rozsah provozních teplot: není uveden



$D = d + 2\, s_{iz}$ = 82 mm

Potrubí

Teplota média	t_{in} =	70	°C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} =	20	°C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	65	% ???
Teplota rosného bodu	t_w =	13.6	°C
Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu	α_e =	10	W / m² K
Délka potrubí	l =	1	m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{O,193/2007}$ = 0.18 W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	U_O = 0.17 ≤ 0.18 W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz}$ = 23.3 °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	q_p = 34.6 W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	q_{iz} = 8.5 W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	75 %
Střední spotřeba izolace	0.1634 m² - platí pro plošnou izolaci

Potrubí pro vytápění, měděné, 28x1,5mm

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace

ROCKWOOL > FLEXOROCK

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka s_{iz} = 40 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.038 W / m K

Trubka

Měď

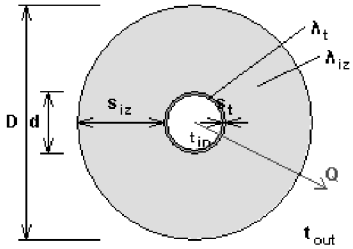
Rozměry trubky - 28x1.5

Průměr d = 28 mm

Tloušťka stěny s_t = 1.5 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t= 372 W / m K

Rozsah provozních teplot: není uveden



d = 28.0 mm

D = 108.0 mm **s_{iz}= 40.0 mm**

D = d + 2 s_{iz} = 108 mm

Potrubí

Teplota média	t_{in} =	70	°C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} =	20	°C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	65	% ???
Teplota rosného bodu	t_w =	13.6	°C
Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu	α_e =	10	W / m^2 K
Délka potrubí	l =	1	m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => **$U_{o,193/2007}$ = 0.18 W / m K**
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	**U_o = 0.168 ≤ 0.18 W / m K** => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	**$t_{p,iz}$ = 22.5 °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci**
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	**q_p = 44 W/m**
Tepelná ztráta potrubí s izolací	**q_{iz} = 8.4 W/m**
Energetická úspora izolovaného potrubí	**81 %**
Střední spotřeba izolace	**0.2136 m^2 - platí pro plošnou izolaci**

Potrubí pro vytápění, měděné, 35x1,5mm

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace

ROCKWOOL > FLEXOROCK

Rozměry izolace - tl. 50

Tloušťka s_{iz} = 50 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.038 W / m K

Trubka

Měď

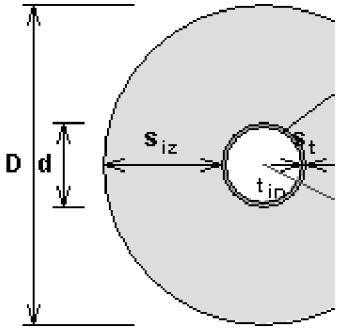
Rozměry trubky - 35x1.5

Průměr d = 35 mm

Tloušťka stěny s_t = 1.5 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

Rozsah provozních teplot: není uveden



D = d + 2 s_{iz} = 135 mm

Potrubí

Teplota média	t_{in} =	70	°C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} =	20	°C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	65	% ???
Teplota rosného bodu	t_w =	13.6	°C
Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu	α_e =	10	W / m² K
Délka potrubí	l =	1	m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{O,193/2007}$ = 0.18 W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	U_O = 0.17 ≤ 0.18 W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz}$ = 22 °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	q_p = 55 W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	q_{iz} = 8.5 W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	85 %
Střední spotřeba izolace	0.267 m² - platí pro plošnou izolaci

B.12 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ A OBĚHOVÉHO ČERPADLA, PŘÍVOD VZDUCHU DO MÍSTNOSTI S PLYN. SPOTŘEBIČEM

Návrh expanzní nádoby

$p_{ddov} \geq 1,1.h.\rho.g.10^{-3}$ $(+\Delta p_z)$
$p_{ddov} \geq 1,1 \,.\, 7,5.1000.9,81.\, 10^{-3} + 20$ kPa
$p_{ddov} \geq 101$ kPa (volím 130 kPa)
$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR}.\, \rho.\, g.10^{-3})$
$p_{hdov} \leq 400 - 1,7.1000.9,81.10^{-3}$
$p_{hdov} \leq 383$ kPa (volím otevírací přetlak 300 kPa)

Objem vody v otopné soustavě :
$V_o = (Q.x).1,1 = (24.10).1,1 = 264$ l
Q - výkon zdroje otopné soustavy (kW)
x - objem vody na jednotku výkonu (l/kW)
$V_e = 1,3 \,.\, 0,264 \,.\, 0,023 = 0,008$ m^3
$V_{ep} = V_e.(p_{hp}+100)/(p_{hp}-p_d) = 0,008.(300+100)/(300-130) = 0,019$ m^3
V_{ep} - objem expanzní nádoby (m^3)
p_{hp} - nejvyšší provozní pracovní přetlak (kPa)
p_d - nejnižší provozní přetlak (kPa)

Návrh:
- v kotli Viessmann Vitopend 100 integrovaná EN o objemu 6 litrů
- nástěnná expanzní nádoba Reflex N 18/3 o objemu 18 litrů
- součet instalovaných objemů expanzních nádob je 24 litrů

Průměr expanzního potrubí:
$d_p = 10 + 0,6 \,.\, 24^{0,5} = 12,9$ mm
Navrženo potrubí 18x1 z důvodu připojovacího průměru EN DN 20.

Návrh pojistného zařízení

Průřez sedla PV:
$S_0 = Q/(\alpha_v.K) = 24 /(0,5.1,26) = 38,1$ mm^2
Q - výkon zdroje otopné soustavy (kW)
α_v - výtokový součinitel pojistného ventilu
K - konstanta, závislá na stavu syté vodní pára při otevíracím přetlaku (kW/mm^2)
Z toho ideální průměr sedla: $d_i = 6,97$ mm
Průměr sedla skutečného ventilu:
$d_o = a.d_i = 6,97 \,.\, 1,4 = 9,76$ mm
a - součinitel zvětšení sedla (pro $\alpha_v = 0,5$ je a = 1,4)
Výstupní pojistné potrubí
$d_p = 15+1,4.24^{0,5} = 22$mm (volím DN 25)

Návrh dle podkladů výrobce:
IVAR.PV KD 15 (průtočný průřez 113 mm^2). Otevírací přetlak 300 kPa.

Návrh oběhového čerpadla

V kotli Viessmann Vitopend 100 je integrováno nevyhovující čerpadlo, po konzultaci s výrobcem lze čerpadlo zaměnit za jiné čerpadla dle vlastního výběru z katalogu Grundfos s připojovacím potrubím DN 25 a vzdáleností mezi sacím a výtlačným hrdlem 130 mm.

Návrh : Grundfos Alpha2 15-40 130 s funkcí AUTOADAPT a elektronickým řízením otáček

95047508 ALPHA2 15-40 130 50 Hz

Zadání

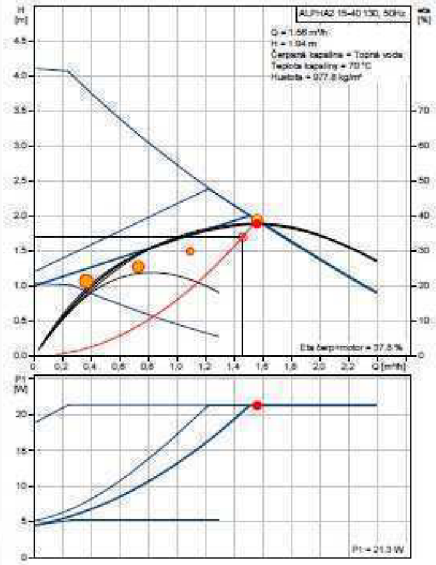
Vybrat Aplikaci	
Mód Přehled	Ano Vytápění
Přehled zadaných vstupů.	
Typ instalace	Cirkulace
Záměna	Ne
Průtok (Q)	1.46 m³/h
Dopravní výška (H)	1.7 m
Více	Ano
Čerpaná kapalina	Topná voda
Min. teplota kapaliny	20 °C
Teplota kapaliny při provozu	70 °C
Max. teplota kapaliny	70 °C
Okolní teplota	20 °C
Min. tlak na sání	1.5 bar
Dovolené poddimenzování průtoku	2 %
Max. provozní tlak	6 bar
Způsob regulace	Řízení na proporcionální tlak
Pokles při nízkém průtoku	50 %
Třída krytí	IP20
Max. frekvence	105 %
Vybrat typ hydrauliky	Jednotlivé čerpadlo
Topná sezóna	285 days
Cena energie	0.18 €/kWh
Nárůst ceny el. energie	6 %
Výpočtové období	15 years
Kriterium hodnocení	Preference index
Max. počet výběrů na skupinu výrobků	2
Celkový maximální počet výsledků	8
Frekvence	50 Hz
Fáze	1 or 3
Min. hodnota pro spínání hvězda/trojúhelník	5.5 kW
Napětí	1 x 230 nebo 3 x 400 V
Inline zapouzdř. rotor	Ano
In-line článkové čerpadlo	Ano
Inline jednostupňové čerpadlo	Ano
Axiál. vstup, pružná spojka	Ano
Axiál. vstup, pevná spojka	Ano
Axiál.vstup, pruž.spojka, horizont., vícestupň.	Ano
Horizontálně dělené těleso čerpadla	Ano

Nahrát profil

	1	2	3	4	
Q	100	75	50	25	%
H	116	102	88	73	%
P1	0.02	0.014	0.01	0.007	kW
Eta celk.	37.4	34.7	29.1	18.4	%
Doba	410	1026	2394	3010	h/Rok
Spotřeba energie	8	15	24	20	kWh/Rok
Množství	1	1	1	1	

Výsledky dimenzování

Typ	ALPHA2 15-40 130
Množství	1
Q	1.56 m³/h (+7%)
H	1.94 m (+15%)
Min.tlak sání	0.27 bar (70 °C, proti atmosféře)
Příkon P1	0.021 kW
Eta čerp+motor	37.8 % =Účinn. čerp.+ motoru
Eta celk.	37.8 % =Účin.vztažená k prac.bodu
Spotřeba energie	67 kWh/Rok
Emise CO2	38 kg/Rok
Cena	Na vyžádání
Cena+náklady energie	Na vyžádání /15Roky



Vytištěno z Grundfos CAPS [2013.01.071] GRUNDFOS 3/3

Návrh přívodu čerstvého vzduchu do místnosti s plynovým spotřebičem
Splnění požadavků normy TPG 70401 a odstavce 9.3.2.1 a 9.3.2.2 této normy bude zabezpečeno vytvořením samostatného otvoru z venkovního prostoru o volném průřezu 0,001 m^2 na 1 kW příkonu spotřebiče, tj. 0,025 m^2 volného průřezu pro zdroj tepla instalovaný v místnosti 1.10. Tímto bude splněn i další požadavek v odstavci 9.3.2.3 a to minimální volný průřez 0,02 m^2. Otvor bude zřízen 400 mm nad podlahou a jeho rozměru budou 250x200 mm a z vnějšího prostředí bude krytý protidešťovou žaluzií. Bude neuzaviratelný.

Při výpočtu tepelných ztrát větráním místnosti 1.10 - Místnost s plynovým zařízením bylo uvažováno s jednonásobnou výměnou vzduchu v místnosti za 1 hodinu. Průřezem 0,025 m^2 toto bude zaručeno (rychlost proudění ve volném průřezu bude 0,5 m/s).

B.13 TECHNICKÁ ZPRÁVA - VYTÁPĚNÍ

1. Úvod

1.1. Umístění a popis objektu

Navrhovaný objekt je umístěn v k.ú Žďár nad Sázavou v nadmořské výšce cca 580 m. n.m. Konstrukční systém je zděný, stropy systémové. Budova má 3 nadzemní podlaží.

1.2. Popis provozu objektu

Objekt bude trvale využíván k provozní činnosti investora - administrativní činnost autoškoly a kadeřnický salon. Předpokládaný maximální počet osob je 60.

2. Podklady

2.1. Výkresová dokumentace

Podkladem pro zpracování projektu ústředního vytápění je výkresová dokumentace stavby.

3. Tepelné ztráty a potřeba tepla

3.1. Klimatické poměry

Nadmořská výška 580 m.n.m.
Výpočtová venkovní teplota t_e= -15°C
Budova je chráněna okolní zástavbou

3.2. Vnitřní teploty

Provozní místnosti 20°C
WC, hygienické prostory 20°C
Koupelny 24°C
Zádveří, kotelna, schodiště, chodba 15°C

3.3. Tepelně-technické parametry konstrukcí

Výpočtové tepelně-technické parametry stavebních konstrukcí vycházejí ze zadaných konstrukcí vytvořených ze stavebních prvků a jsou v souladu s požadavky ČSN 73 0540-2:2011 - Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky.
Výpočtová tepelná ztráta objektu prostupem tepla je 11 399 W. Výpočtová tepelná ztráta infiltrací a přirozeným větráním je 10 349 W. Celková výpočtová ztráta objektu je 21 748 W.

4. Zdroj tepla

4.1. Druh primární energie

Primárním zdrojem energie bude zemní plyn. Zemní plyn bude jak zdrojem tepla pro vytápění, tak pro ohřev teplé vody. Zemní plyn bude odebírán z rozvodné sítě, přípojka bude nízkotlaká.

4.2. Zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody pro zimní období bude plynový nástěnný kotel VIESSMANN VITOPEND 100 o jmenovitém výkonu 10,5 - 24 kW. Kotel bude propojen se zásobníkovým ohřívačem teplé vody VIESSMANN VITOCELL 100-W o objemu 120 litrů.
Kotel a ohřívač vody budou umístěny v samostatné místnosti (1.10 - Místnost s plynovým zařízením) v 1.NP.

4.3. Zabezpečovací a expanzní zařízení

Zabezpečovací a expanzní zařízení bude tvořené pojistným ventilem napojeným na pojistné potrubí u plynového kotle s otevíracím přetlakem 300 kPa. V kotli je integrovaná expanzní nádoba o objemu 6 litrů, na vratné potrubí ke kotli bude napojena expanzní nádoba Reflex N 18/3 o objemu 18 litrů, celkem 24 litrů.

4.4. Komínové těleso

Je navrženo komínové těleso UNI PLUS od firmy SCHIEDEL se světlým průměrem 140 mm. Systém UNI PLUS je třísložkový komínový systém se zadním odvětráním a vnitřní keramickou vložkou. Je vhodný pro odvod spalin od běžných spotřebičů na tuhá, kapalná a plynná paliva.

4.5. Kouřovod

Kouřovod od plynového kotle bude z ocelové roury se světlostí 130 mm (dle kotle).

5. Otopná soustava

5.1. Popis otopné soustavy

Otopná soustava bude teplovodní s nuceným oběhem. Teplotní spád otopné soustavy bude 70/55°C. Celá soustava tvoří jeden ucelený systém. Veškeré trubní rozvody budou z trubek měděných spojovaných pájením. Vedení stoupacích potrubí bude po stavební konstrukci. V jednotlivých podlažích budou rozvody umístěny do podlahové konstrukce a také do lišt nad podlahu. Veškeré trubní rozvody budou tepelně izolovány tepelnými izolacemi dle návrhu.

5.2. Čerpací technika

Nucený oběh topného média je zajištěn navrženým čerpadlem GRUNDFOS Alpha2. Bude zaměněno za výrobcem integrované čerpadlo a bude zabudováno místo něj do kotle VIESSMANN.

5.3. Plnění a vypouštění otopné soustavy

Plnění otopné soustavy bude prováděno pitnou vodou z domovního vodovodu. Vypouštění soustavy bude prováděno vypouštěcími kohouty ve spodní části svislých vedení a přes zátku deskového topného tělesa. Odvzdušnění bude provedeno přes odvzdušňovací zátky na otopných tělesech.

5.4. Otopné plochy

Ve většině místností jsou navržena ocelová desková topná tělesa RADIK VKM s integrovaným ventilem a centrálním spodním připojením. V jedné sprše je navrženo trubkové koupelnové těleso KORALUX LINEAR KOMFORT - M s centrálním připojením.

5.5. Regulace a měření

Provoz kotle, otopné soustavy a ohřev teplé vody bude řízen ekvitermním kaskádovým regulátorem CONTROL UNIT. Zapojení a řešení měření a regulace není součástí tohoto projektu. Veškerá otopná tělesa budou vybavena termostatickými ventily s hlavicemi.

5.6 Izolace potrubí

Veškeré trubní rozvody budou izolovány pomocí navržených izolací viz. část B.11 ve výpočtové části práce. Trubní rozvody vedené podlahou budou opatřeny pouze poloviční tloušťkou izolace.

5.7 Ohřev teplé vody

Pro ohřev vody pro celý objekt je navržen zásobníkový ohřívač VIESSMANN VITOCELL 100-W o objemu 120l. Objem 120l je navržen jako zásoba na 1 hodinu ve špičkovém provozu, aby nedocházelo k enormnímu cyklování kotle.

6. Požadavky na ostatní profese

6.1. Stavební práce

Pro instalaci zařízení je nutné zřízení prostupů a drážek pro rozvod topné soustavy v jednotlivých podlažích.

6.2 Elektroinstalace

Pro napojení kotle a regulátoru na elektrickou instalaci je nutno zřídit do blízkosti kotle samostatně jištěný přívod ukončený zásuvkami s proudem 230 V.
Pro napojení venkovního snímače teploty nutno instalovat kabelové vedení od kotle na chráněné místo na neosluněné části budovy.
Potřeba příkonu:
1 x kotel PES : 1x 6 A
MAR : 3,5 A

7. Montáž, uvedení do provozu a provoz

7.1. Zdroj

Instalaci a uvedení zařízení do provozu musí provést osoba s odpovídající kvalifikací vlastnící osvědčení o kvalifikaci a oprávnění k činnosti odpovídající rozsahu prací. Před uvedením zařízení do provozu je nutno zajistit revizi elektroinstalace. Postup uvedení zařízení do provozu je uveden v dodavatelské dokumentaci zařízení.

7.2. Otopná soustava

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu se řídí ČSN 06 0310. Montážní práce musí provádět osoba s osvědčením o zácviku vystaveným gestorem použitého systému. Po dokončení montáže zajistí zhotovitel provedení zkoušky těsnosti instalovaného zařízení..

7.3. Topná zkouška, tlaková zkouška

Uvedení otopné teplovodní soustavy do provozu spočívá zejména v provedení zkoušky těsnosti a v provedení dilatační a topné zkoušky dle ČSN 06 0310. Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím ochlazením. Při zkoušce nesmí být zjištěny netěsnosti ani jiné závady. Součástí topné zkoušky bude i dvojnásobný proplach soustavy ohřátou topnou vodu. Topná zkouška systému ústředního vytápění bude provedena v rozsahu 24 hod. Součástí topné zkoušky bude nastavení regulačních ventilů otopných těles tak, aby nedocházelo k jejich nerovnoměrnému ohřívání.
Před zahájením topné zkoušky musí být provedeno autorizované uvedení kotlů do provozu.

Zkouškou bude prokázána:
- správná funkce armatur
- rovnoměrné ohřívání topných těles
- dosažení technických předpokladů projektu
- správná funkce měřících a regulačních zařízení
- správná funkce zabezpečovacích zařízení
- dostatečný výkon zařízení
- výkon zdroje pro ohřev TUV
- dosažení projektované účinnosti topného zdroje a dodržení emisních limitů

Tlaková zkouška se provede přetlakem vody minimálně 300 kPa. Kontrolu těsnosti prověří jednak prohlídka zařízení a jednak případný pokles zkušebního přetlaku. Zkouška vyhoví, pokud není zjištěn únik otopné vody a neklesne zkušební přetlak.

7.4. Způsob obsluhy a ovládání

Zařízení je určeno pro občasnou obsluhu jednou osobou, spočívající v kontrole funkce zařízení a korekci nastavených uživatelských parametrů. Osoba obsluhující zařízení musí být prokazatelně seznámena s bezpečnostními a provozními podmínkami zařízení a v obsluze zacvičena a musí mít k dispozici návody k obsluze zařízení.

8. Ochrana zdraví a životního prostředí

8.1. Vlivy na životní prostředí

Instalací a provozem topných soustav nedojde ke zhoršení vlivů na životní prostředí.

8.2. Hospodaření s odpady

Při instalaci zařízení i jeho provozu je nutno plnit požadavky na hospodaření s odpady dle zák. 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

9. Bezpečnost a požární ochrana

9.1. Požární ochrana

Při instalaci a provozu zařízení nejsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu.

9.2. Bezpečnost při realizací díla

Bezpečnost při realizací díla zajišťuje zhotovitel ve smyslu zák. 262/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Zákoník práce) a vyhl. 324/1990 - bezpečnost práce a technických zařízení při stavebních pracích. Veškeré práce mohou provádět pouze osoby (fyzické i právnické) s odpovídající kvalifikací.

9.3. Bezpečnost při provozu a užívání zařízení

Při provozu zařízení smí zařízení obsluhovat zaškolená osoba. Při obsluze zařízení je nutno dodržovat postupy uvedené v návodech k obsluze zařízení a pokynech pro obsluhu zařízení. Předání návodů a pokynů pro obsluhu zařízení a zaškolení obsluhy je povinností zhotovitele zařízení.

9.4. Technické normy

ČSN 06 0310 Ústřední vytápění – projektování a montáž
ČSN 73 4201 Komíny a kouřovody – Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv
TPG 70401 Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách

B.14 Ideové řešení ostatních profesí TZB

V řešeném objektu bude zapotřebí vyřešit zejména problematiku odvodu splaškových a dešťových vod, zásobování vodou a dále plynofikaci objektu. Vzduchotechnika v objektu je poměrně jednoduchá, bude sloužit pouze pro odvod znehodnoceného vzduchu.

ZTI

Odkanalizování objektu bude provedeno oddílnou kanalizací, kdy budou splaškové vody odváděny do kanalizace a vody dešťové budou pomocí vsakovacích košů umístěných za budovou vsakovány do půdy, čímž bude vyhověno požadavku správce městské kanalizační sítě, firmě Vodárenská akciová společnost a.s., na snížení množství odváděných odpadních vod. Splaškové kanalizační potrubí bude provedeno z plastových kanalizačních trub hrdlových, systém firmy OSMA HT plus pro vnitřní potrubí, systém OSMA KG pro potrubí svodné a pro potrubí vedené mimo budovu. Dešťové vody budou z ploché střechy odváděny pomocí podtlakového systému pro odvodnění plochých střech Pluvia od firmy Geberit. Svislé odpadní potrubí bude vedeno v rozích místností a bude zakryto sádrokartonovým krytem proto, aby se snížila hlučnost a také z estetického důvodu.

Přívod pitné vody bude z vodovodního řadu, který vede v komunikaci před objektem. Vodoměrná sestava včetně vodoměru bude umístěna v samostatné šachtě v trase přívodu vodovodu do objektu ve vzdálenosti 1 m od objektu. Podle informací dodavatele vody nebude třeba budovat zařízení na zvyšování tlaku vody, celá budova bude pouze jedno tlakové pásmo. Vnitřní vodovod bude zhotoven z plastového potrubí PPR PN 16. Ohřev teplé vody bude zabezpečen plynovým kotlem na vytápění, ke kterému bude napojen zásobníkový ohřívač o objemu 120 litrů, který pokryje maximální hodinovou potřebu teplé vody v objektu. Teplá voda bude rozvedena po objektu souběžně s rozvodem studené vody, dále bude souběžně vedeno cirkulační potrubí teplé vody, aby se zabránilo zbytečným ztrátám tepla a vody při odpouštění vody z kohoutků. Celý rozvod studené, teplé i teplé cirkulační vody bude izolován pomocí trubních izolací Mirelon, aby u studené vody nedocházelo k rosení potrubí a u teplé vody ke zbytečným tepelným ztrátám.

Plynofikace objektu bude poměrně nenáročná, plyn bude přiveden pouze do místnost s plynovým kotlem, jinde v celém objektu nebude zapotřebí. Plynová přípojka ke kotli VIESSMANN bude provedena z ocelového potrubí dimenze DN 25, připojení na kotel bude DN 20. Celá plynová přípojka bude provedena ve spádu, aby byl zajištěn odvod kondenzátu. Plynoměr bude osazen v přístupné nice vytvořené ve vnější obvodové stěně objektu tak, aby byl přístupný pracovníkům plynáren. Celé potrubí bude po instalaci natřeno žlutou barvou.

VZT

Vzduchotechnika v objektu není uvažována, respektive není uvažován systém pro přívod a úpravu venkovního vzduchu, je uvažováno po dohodě s investorem pouze s odvodem znehodnoceného vzduchu z hygienických prostor. Vzduch bude odváděn pomocí odtahových ventilátorů v jednotlivých místnostech, jejichž ovládání bude zabezpečeno napojením na vypínač osvětlení s časovou prodlevou 5 minut po vypnutí osvětlení. Odvod znehodnoceného vzduchu bude přes protidešťovou žaluzii na fasádě objektu do venkovního prostředí. V návrhu je s tímto systémem uvažováno, přívod čerstvého vzduchu je zabezpečen přes sousedící místnosti a výkon otopných těles je navržen s ohledem na zvýšené požadavky větrání.

Měření a regulace

Bude snímána teplota v zásobníku teplé vody VIESSMANN Vitocell 100-W. Pokud teplota v zásobníku klesne pod 40 °C, dojde k přepnutí kotle na maximální výkon a pouze k natápění zásobníku teplé vody. Maximální teplota v zásobníku je nastavena na 55°C, poté dojde k přepnutí kotle do otopné soustavy v zimním období nebo k vypnutí kotle v období letním. Nastavením maximální teploty na 55°C je zároveň zabezpečena ochrana systému proti legionelám.

Maximální teplota při natopení otopného systému může dosáhnout 70°C, poté bude vyřazen z provozu kotel. Při vypnutí kotle bude neustále v provozu oběhové čerpadlo tak, aby docházelo k pohybu otopné vody v systému. Při standartním provozu nesmí docházet k vypínání a zapínání kotle v krátkých časových intervalech, tzv. cyklování. Dále bude snímána venkovní teplota pomocí venkovního čidla umístěného ve výšce 2m nad terénem na fasádě na severní straně objektu. V závislosti na těchto snímaných datech bude regulována nejnižší teplota při které dojde k opětovnému zatopení kotle.

Každé otopné těleso bude vybaveno termostatickým ventilem, který bude regulovat aktuální teplotu v místnosti.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

VEVEŘÍ 331/95, 602 00 BRNO

C - EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

C.1 - Ověření hydraulických parametrů čerpadla udávaných výrobcem a zjištění reálné spotřeby energie tohoto čerpadla

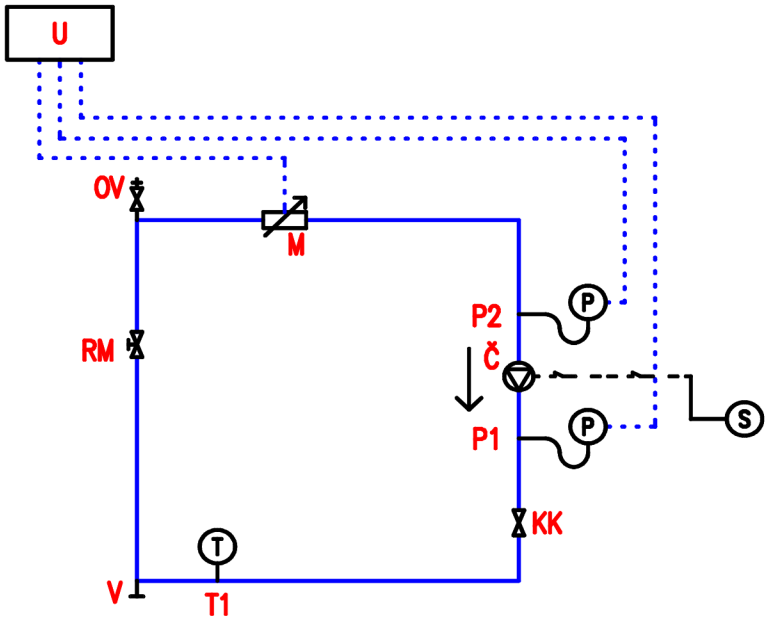
Datum měření : 24.10.2012, Brno, laboratoř TZB VUT FAST Brno, místnost E520

1) Cíl práce

Experimentálně naměřit a sestrojit výkonovou charakteristiku čerpadla GRUNDFOS - UPS 15-40 a tuto charakteristiku porovnat s hodnotami udávanými výrobcem čerpadla. Dále naměřit reálné hodnot spotřeby elektrické energie čerpadla a taktéž porovnat s hodnotami udávanými výrobcem.

2) Fyzický model

- umělý (laboratorní) model - laboratoř ústavu TZB VUT Brno



Č - čerpadlo GRUNDFOS UPS 15-40
P1, P2 - tlakové čidlo AHLBORN FDA602L4R
KK - kulový kohout
T1 - tlakoměr analogový
V - vypouštěcí a napouštěcí ventil
RM - regulační a uzavírací ventil
OV - odvzdušňovací ventil
M - průtokoměr AHLBORN FVA645GV40QT 40l/min
U - měřící ústředna AHLBORN ALMEMO MA2590 4S
S - měřič spotřeby elektrické energie Steinner enm 100

3) Seznam pomůcek a měřících přístrojů

- měřící ústředna AHLBORN ALMEMO MA2590 4S
- 2x tlakové čidlo AHLBORN 5bar rel. - FDA602L4R
- čerpadlo GRUNDFOS - UPS 15 - 40
- průtokoměr AHLBORN FVA645GV40QT 40l/min
- zkušební okruh pro zjištění hydraulických vlastností čerpadla - školní model sestaven z plastového svařovaného potrubí PPR-PN 16 20 x 2,8 mm

4) Sledované veličiny

- hodnota tlaku na čidlech před a za čerpadlem
- objemový průtok procházející přes průtokoměr
- spotřeba elektrické energie

5) Postup měření

Nejdříve jsem provedl zapojení měřícího okruhu viz schéma zapojení a překontrolování všech součástí okruhu včetně jejich těsnosti. Dále jsem odvzdušnil a dotlakoval okruh na tlak 5 *bar*. Provedl jsem napojení tlakových čidel a průtokoměru do měřící ústředny AHLBORN ALMEMO MA25904S. Na regulačním ventilu jsem nastavil maximální průtok a na čerpadle jsem nastavil ovladač pro volbu stupně otáček do polohy I. Zapojil jsem měřič spotřeby energie do zásuvky 230 V a do měřiče jsem zapojil kabel od čerpadla. Tímto se sepnulo čerpadlo a začínalo probíhat měření.

Nechal jsem ustálit odečítané hodnoty a provedl jsem první odečet hodnoty, tlaku p_1, p_2, V a E. Na čerpadle jsem přestavil ovladač pro volbu stupně otáček do polohy II. a opět jsem odečetl měřené hodnoty. Tímto způsobem jsem postupoval až do stupně otáček III. Dále jsem provedl opětovné přestavení ovladače stupně otáček do polohy I. a pootočení uzavíracím ventilem o 1/2 otáčky. Pokračoval jsem odečtem všech měřených hodnot ve 3 výkonových skupinách čerpadla. Postupně jsem uzavíral regulační ventil tak, abych odečetl 13 hodnot pro každý jednotlivý stupeň otáček čerpadla.

Odečtené a zaznamenané hodnoty jsem využil dále ke zpracování výsledků do tabulek a grafů. Naměřené hodnoty jsem porovnal s hodnotami udávanými výrobcem a provedl vyhodnocení a jeho popis do závěru.

6) Naměřená data

tab. 1 - I. výkonový stupeň čerpadla

	p_1	p_2	V	Δp	H	V	E
	bar	*bar*	*l/min*	*bar*	*m H_2O*	*m^3/h*	*W*
1	-0,01	0,12	12,78	0,13	1,32561	0,7668	27
2	-0,01	0,13	12,48	0,14	1,42758	0,7488	27
3	0	0,14	11,98	0,14	1,42758	0,7188	27
4	0,01	0,16	10,88	0,15	1,52955	0,6528	27
5	0,02	0,18	9,8	0,16	1,63152	0,588	26
6	0,03	0,2	8,28	0,17	1,73349	0,4968	25
7	0,03	0,22	6,72	0,19	1,93743	0,4032	25
8	0,04	0,24	6,31	0,2	2,0394	0,3786	25
9	0,04	0,26	5,28	0,22	2,24334	0,3168	25
10	0,05	0,28	3,59	0,23	2,34531	0,2154	24
11	0,05	0,3	2,74	0,25	2,54925	0,1644	23
12	0,05	0,32	1,23	0,27	2,75319	0,0738	23
13	0,05	0,34	0,11	0,29	2,95713	0,0066	22

tab. 2 - II. výkonový stupeň čerpadla

	p_1	p_2	V	Δp	H	V	E
	bar	*bar*	*l/min*	*bar*	*m H_2O*	*m^3/h*	*W*
1	-0,08	0,16	15,66	0,24	2,44728	0,9396	35
2	-0,08	0,17	15,16	0,25	2,54925	0,9096	35
3	-0,08	0,17	14,82	0,25	2,54925	0,8892	34
4	-0,06	0,19	13,61	0,25	2,54925	0,8166	34
5	-0,05	0,21	12,46	0,26	2,65122	0,7476	33
6	-0,04	0,22	11,73	0,26	2,65122	0,7038	33
7	-0,03	0,23	10,86	0,26	2,65122	0,6516	33
8	-0,02	0,26	8,43	0,28	2,85516	0,5058	32
9	0,00	0,29	7,37	0,29	2,95713	0,4422	31
10	0,00	0,31	5,47	0,31	3,16107	0,3282	31
11	0,01	0,33	4,96	0,32	3,26304	0,2976	31
12	0,01	0,34	3,85	0,33	3,36501	0,231	30
13	0,01	0,36	0,18	0,35	3,56895	0,0108	29

tab . 3 - III. výkonový stupeň čerpadla

	p_1	p_2	V	Δp	H	V	E
	bar	*bar*	*l/min*	*bar*	*m H_2O*	*m^3/h*	*W*
1	-0,10	0,17	17,02	0,27	2,75319	1,0212	43
2	-0,10	0,17	16,92	0,27	2,75319	1,0152	43
3	-0,10	0,18	16,87	0,28	2,85516	1,0122	43
4	-0,10	0,18	16,84	0,28	2,85516	1,0104	43
5	-0,09	0,19	16,26	0,28	2,85516	0,9756	43
6	-0,08	0,20	15,73	0,28	2,85516	0,9438	43
7	-0,06	0,23	13,47	0,29	2,95713	0,8082	42
8	-0,04	0,26	12,6	0,30	3,05910	0,756	41
9	-0,02	0,29	10,24	0,31	3,16107	0,6144	40
10	-0,01	0,31	8,05	0,32	3,26304	0,483	39
11	0,00	0,33	5,58	0,33	3,36501	0,3348	39
12	0,01	0,38	2,34	0,37	3,77289	0,1404	38
13	0,02	0,4	0,12	0,38	3,87486	0,0072	38

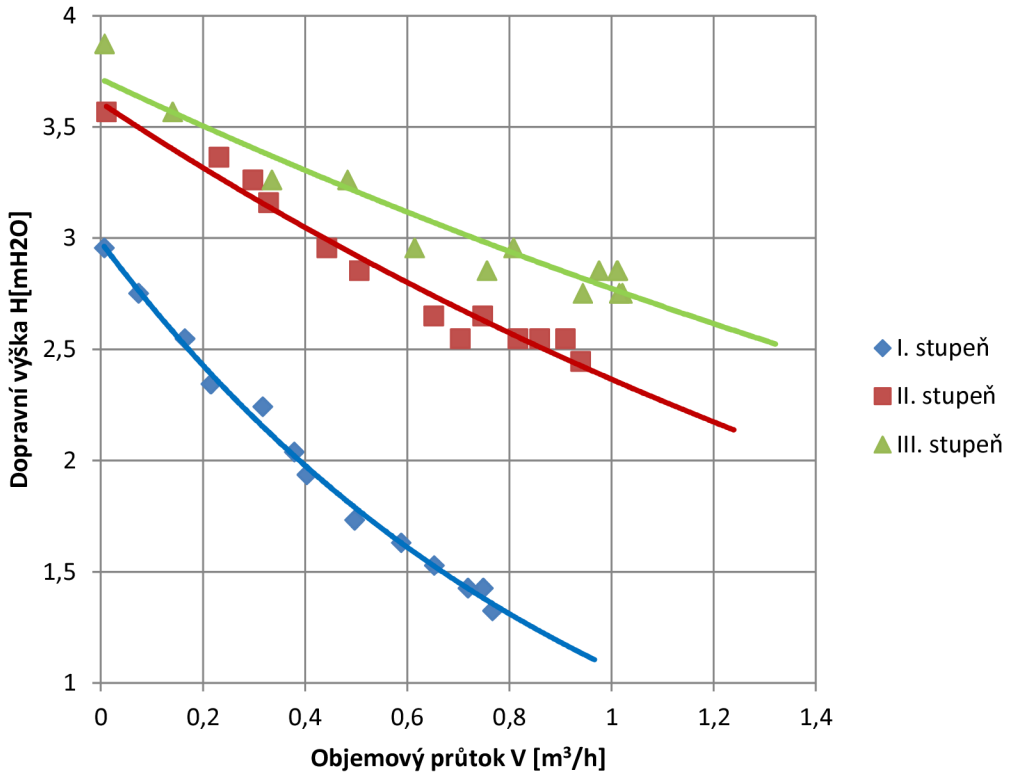
Použité vztahy :

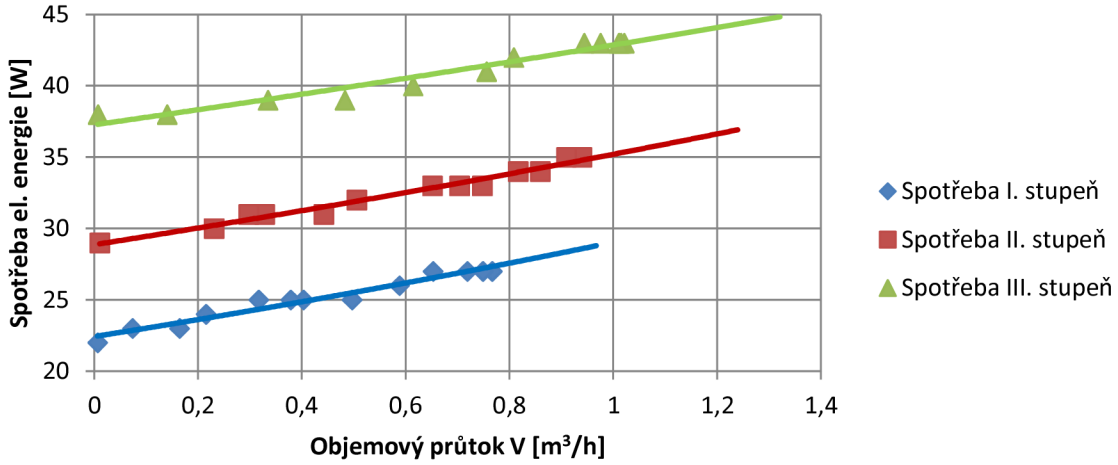
$\Delta p = p_2 - p_1$ [*bar*]
$H = 10{,}197 \cdot \Delta p$ [*m H_2O*]

Milimetr vodního sloupce (*mm H_2O*) je definován jako tlak působící na základnu sloupce kapaliny přesně 1 *mm* vysokého, kdy hustota tekutiny je přesně 1.004514556 *g/cm^3* a při fyzické poloze, kde tíhové zrychlení je přesně 9.80665 *m/sec^2*.

Hodnota 10,197 je odvozena z praktického měření, které bylo prováděno pomocí tzv. U-trubic naplněných vodou. 1 *mm H_2O* = $9{,}8066.10^{-5}$ *bar*, tedy 1 *bar* = $\frac{1}{9{,}8066.10^{-5}}$ =10197 *mm H_2O*. Jednotka *mm H_2O* se používala a doposud někdy používá zejména v oblasti vzduchotechniky nebo řízení spalovacích procesů. Vyskytuje se i zápis mm vodního sloupce a v praxi se můžeme setkat také se stejně definovanou jednotkou, ale 1000x větší – *m H_2O*.

7) Zpracovaná data

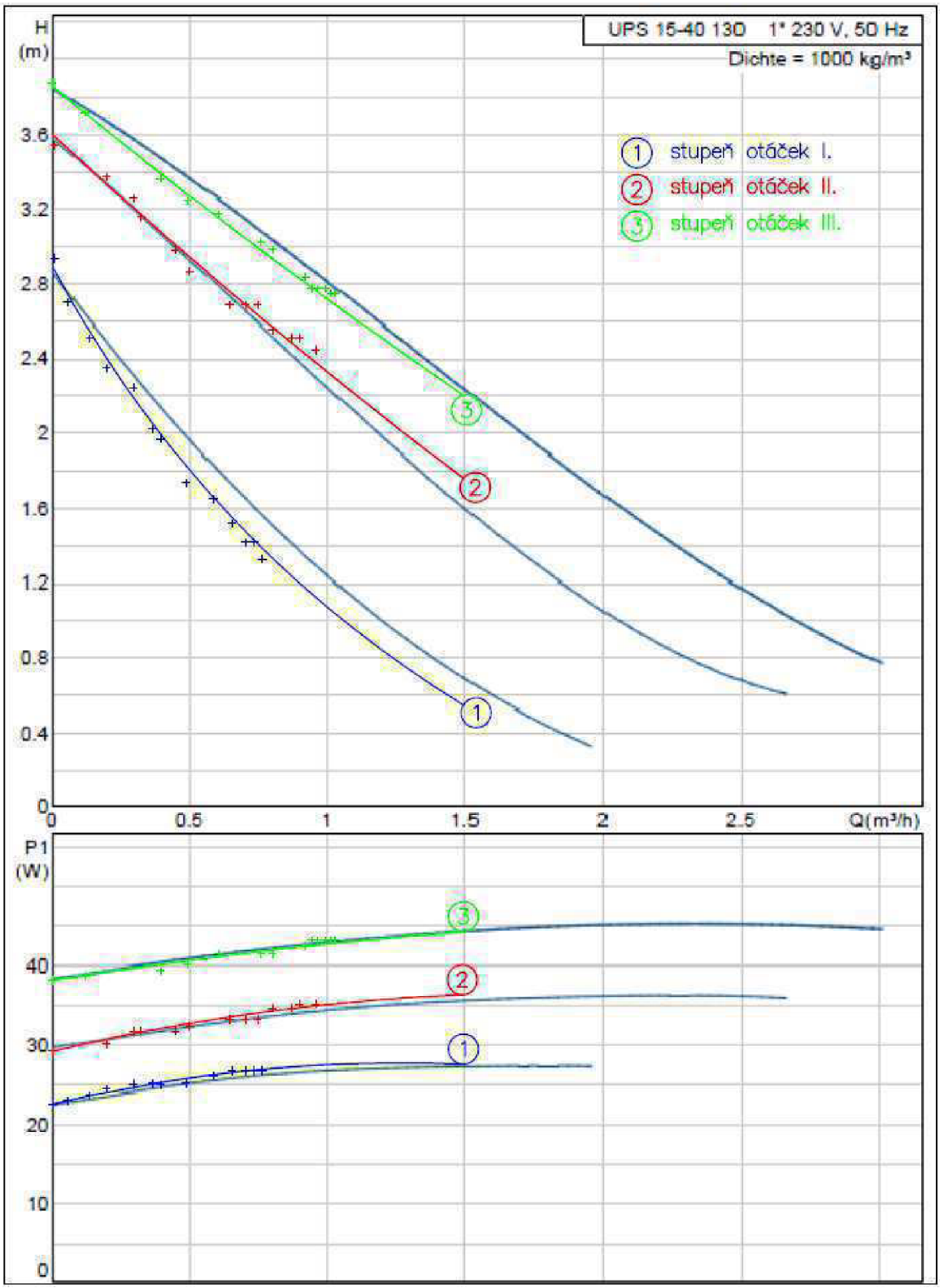




graf 1 - Závislost dopravní výšky čerpadla a spotřeby energie čerpadla na objemovém průtoku

8) Porovnání výsledků s údaji výrobce

graf 2 - graf charakteristiky čerpadla Grundfos UPS 15 - 40 [9]



9) Dokumentace experimentu

obr. 18 - Čerpadlo Grundfos UPS 15 - 40 [10]

obr. 19 - Zkušební okruh pro zjišťování hydraulických vlastností oběhového čerpadla

obr. 20 - Odečet reálné spotřeby elektrické energie na přístroji Steinner enm 100

10) Závěr

Porovnáním výkonové charakteristiky čerpadla udávané výrobcem s hodnotami mnou naměřenými jsem došel k závěru, že v oblasti průtoku od 0 do 1 m^3/h, kde jsem prováděl měření, se naměřené reálné hodnoty odchylují od hodnot udávaných výrobcem naprosto minimálně, přibližně v řádu procent. Nejvýraznější znatelná odchylka je při chodu čerpadla na I. stupeň otáček, nejvíce se hodnotám výrobce blíží charakteristická křivka III. stupně otáček čerpadla.

Z hlediska spotřeby elektrické energie se výsledné křivky odběru sestavené ze mnou naměřených hodnot v podstatě neliší od hodnot udávaných výrobcem a to v celé oblasti průtoku od 0 do 1 m^3/h.

V grafu porovnání s hodnotami výrobce se pohybuji s naměřenými hodnotami v oblasti průtoku 0 - 1 m^3/h, hodnoty jsem proložil exponenciální regresní křivkou a odhadl jsem její průběh v další oblasti průtoku až do hodnoty 1,5 m^3/h jak pro dopravní výšku čerpadla, tak pro spotřebu elektrické energie. Ani další odhad průběhu dopravní výšky a spotřeby el. energie se výrazně neodchyluje od hodnot udávaných výrobcem. Měření tedy bylo relativně přesné.

Použité zdroje :

[9] - http://www.grundfos.cz - webový program webCAPS pro návrh čerpadel

[10] - http://www.pumpendiscounter.de/

C.2 ZJIŠTĚNÍ TLAKOVÉ ZTRÁTY KULOVÉHO KOHOUTU A ZJIŠTĚNÍ HODNOTY k_v TÉTO ARMATURY

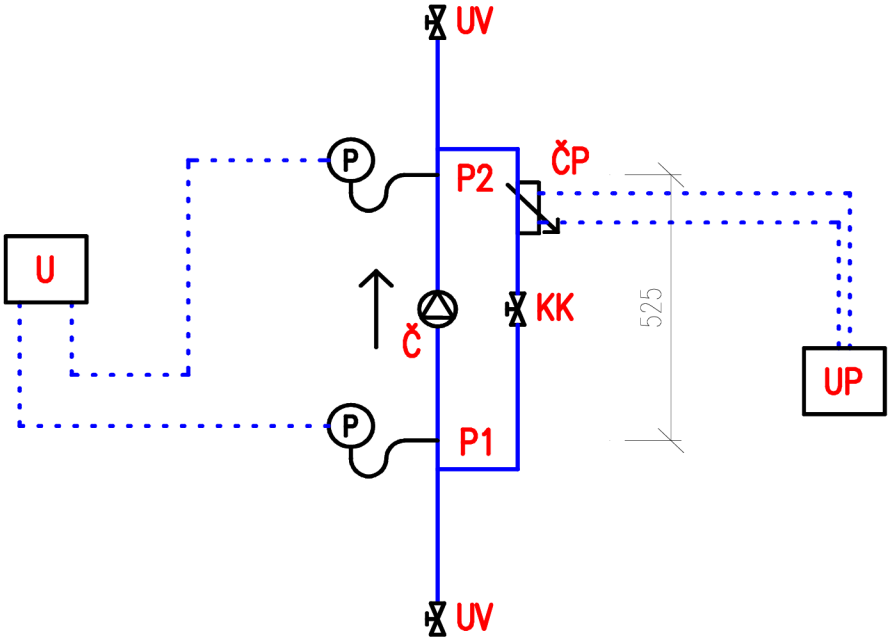
Datum měření : 12.11.2012, Brno, laboratoř TZB VUT FAST Brno, místnost E520

1) Cíl práce

Experimentálně naměřit tlakovou ztrátu kulového kohoutu v různých polohách otevření, respektive uzavření, změřit průtok potrubím, stanovit závislost a hodnoty vynést do vhodného grafu a porovnat s uzavírací nebo regulační armaturou podobné konstrukce, jejíž tlakovou ztrátu udává výrobce. Dále stanovit hodnotu k_v tohoto kulového kohoutu. Ke stanovení hodnoty k_v, která se udává většinou pouze pro regulační armatury, mě vedla nabídka firmy IVAR na regulační kulový ventil, kde firma udává hodnotu k_v této armatury, takže mám možnost přímého porovnání.

2) Fyzický model

- umělý (laboratorní) model - laboratoř ústavu TZB VUT Brno



Č - čerpadlo WILO-SPAR RS 30/60 R
P1, P2 - tlakové čidlo AHLBORN FD A603 -L5R
KK - kulový kohout
UV- uzavírací ventil
ČP - čidlo průtokoměru GE PT878 Transport
UP - ústředna ultrazvukového příložného průtokoměru GE PT878 Transport
U - měřící ústředna AHLBORN ALMEMO MA2590 4S

3) Seznam pomůcek a měřících přístrojů :

- měřící ústředna AHLBORN ALMEMO MA2590 4S
- 2 x tlakové čidlo AHLBORN FD A6 02-L5R - rozsah 0 - 10 bar, přesnost ± 0,05 bar
- čerpadlo WILO-SPAR RS 30/60 R
- ultrazvukový příložný průtokoměr GE PT878 Transport
- zkušební okruh - ocelové svařované potrubí DN 32 (36 x 3,25 mm)

4) Sledované veličiny

- hodnota tlaku na čidlech před a za čerpadlem (tlakový rozdíl)
- objemový průtok v potrubí měřený na průtokoměru
- rychlost proudění v potrubí

- zápis naměřených hodnot je prováděn ručně

5) Postup měření

Nejdříve jsem provedl zapojení měřícího okruhu viz schéma zapojení a překontrolování všech součástí okruhu včetně jejich těsnosti. Provedl jsem napojení tlakových čidel do měřící ústředny AHLBORN ALMEMO MA25904S. Provedl jsem instalaci čidel ultrazvukového přenosného průtokoměru na potrubí a jejich zapojení do měřící ústředny ultrazvukového průtokoměru GE PT878 Transport. Na kulovém kohoutu jsem nastavil polohu "plně otevřeno" a na čerpadle jsem nastavil stupeň otáček I. Sepnul jsem vypínač čerpadla a tímto okamžikem začalo probíhat měření.

Nechal jsem ustálit odečítané hodnoty a provedl první odečet hodnot tlaku p_1, p_2, rychlosti v a objemového průtoku V. Na čerpadle jsem přestavil ovladač pro volbu stupně otáček do polohy II. a opět jsem odečetl měřené hodnoty. Tímto způsobem jsem postupoval až do stupně otáček IV. Dále jsem provedl opětovné přestavení ovladače výkonu čerpadla do polohy I. a pootočením ovládací páky kulového kohoutu o úhel hodnoty 10° jsem provedl přestavení kulového kohoutu. Pokračoval jsem odečtem všech měřených hodnot ve 4 výkonových skupinách čerpadla. Postupně jsem uzavíral kulový kohout tak, abych odečetl hodnoty pro polohy uzavření kulového kohoutu v rozdělení stupnice po úhlu 10°, tedy v polohách 0°- plně otevřeno, 10°, 20° atd. až po hodnotu 90°- plně uzavřeno a pro každé jednotlivé výkonové stupně čerpadla. Pro zvýšení přesnosti a důvěryhodnosti jsem opakoval měření 4x a z naměřených hodnot jsem vypočítal aritmetický průměr a tím získal skutečné hodnoty.

Odečtené a zaznamenané hodnoty jsem využil dále ke zpracování výsledků do tabulek a grafů. Naměřené hodnoty jsem porovnal s hodnotami uzavírací nebo regulační armatury s podobnou konstrukcí udávanými výrobcem a provedl jsem vyhodnocení.

6) Naměřená data :

tab. 4 - I. měření - čidlo průtokoměru před kulovým kohoutem

Poloha ventilu	stupeň otáček čerpadla	I	II	III	IV
0° - plně otevřeno	Objemový průtok [*l/min*]	22,00	28,30	37,10	45,20
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,38	0,49	0,64	0,78
	Tlaková diference [*bar*]	0,01	0,02	0,02	0,04
10°	Objemový průtok [*l/min*]	21,50	23,60	26,30	31,90
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,37	0,41	0,45	0,54
	Tlaková diference [*bar*]	0,02	0,04	0,06	0,08
20°	Objemový průtok [*l/min*]	12,30	14,50	19,50	25,70
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,21	0,25	0,34	0,44
	Tlaková diference [*bar*]	0,02	0,04	0,06	0,08
30°	Objemový průtok [*l/min*]	11,20	11,90	13,50	17,10
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,19	0,21	0,23	0,29
	Tlaková diference [*bar*]	0,02	0,06	0,08	0,11
40°	Objemový průtok [*l/min*]	10,80	11,00	13,10	15,90
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,19	0,22	0,25	0,27
	Tlaková diference [*bar*]	0,04	0,06	0,09	0,13
50°	Objemový průtok [*l/min*]	9,90	10,40	12,80	13,70
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,17	0,18	0,22	0,32
	Tlaková diference [*bar*]	0,06	0,08	0,14	0,19
60°	Objemový průtok [*l/min*]	6,50	7,20	8,70	10,50
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,21	0,26	0,29	0,30
	Tlaková diference [*bar*]	0,09	0,13	0,19	0,24
70°	Objemový průtok [*l/min*]	4,70	5,00	5,20	6,30
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,08	0,09	0,09	0,11
	Tlaková diference [*bar*]	0,16	0,22	0,30	0,35
80°	Objemový průtok [*l/min*]	1,60	2,00	2,30	2,90
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,03	0,03	0,04	0,04
	Tlaková diference [*bar*]	0,19	0,27	0,33	0,38
90° - plně uzavřeno	Objemový průtok [*l/min*]	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tlaková diference [*bar*]	0,21	0,29	0,35	0,41

tab. 5 - II. měření - čidlo průtokoměru před kulovým kohoutem

Poloha ventilu	stupeň otáček čerpadla	I	II	III	IV
0° - plně otevřeno	Objemový průtok [*l/min*]	23,90	29,20	35,70	38,10
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,41	0,50	0,62	0,64
	Tlaková diference [*bar*]	0,01	0,02	0,03	0,02
10°	Objemový průtok [*l/min*]	23,20	28,20	34,40	36,30
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,39	0,49	0,57	0,59
	Tlaková diference [*bar*]	0,02	0,04	0,06	0,07
20°	Objemový průtok [*l/min*]	10,80	14,50	19,00	24,20
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,19	0,25	0,33	0,42
	Tlaková diference [*bar*]	0,02	0,04	0,06	0,08
30°	Objemový průtok [*l/min*]	10,50	13,10	15,10	17,10
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,17	0,20	0,26	0,29
	Tlaková diference [*bar*]	0,04	0,06	0,08	0,11
40°	Objemový průtok [*l/min*]	9,90	11,80	14,40	16,50
	Rychlost proudění [*m/s]*	0,17	0,19	0,25	0,28
	Tlaková diference [*bar*]	0,04	0,06	0,09	0,13
50°	Objemový průtok [*l/min*]	8,70	10,40	12,80	14,80
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,16	0,18	0,22	0,26
	Tlaková diference [*bar*]	0,06	0,08	0,14	0,19
60°	Objemový průtok [*l/min*]	6,30	8,20	9,60	12,40
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,11	0,15	0,17	0,21
	Tlaková diference *[bar*]	0,09	0,13	0,19	0,24
70°	Objemový průtok [*l/min*]	4,70	5,00	5,20	6,30
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,08	0,09	0,09	0,11
	Tlaková diference [*bar*]	0,16	0,22	0,30	0,35
80°	Objemový průtok [*l/min*]	1,60	2,00	2,30	2,90
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,03	0,03	0,04	0,04
	Tlaková diference [*bar*]	0,19	0,27	0,33	0,38
90° - plně uzavřeno	Objemový průtok [*l/min*]	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tlaková diference [*bar*]	0,21	0,29	0,35	0,41

tab. 6 - III. měření - čidlo průtokoměru před kulovým kohoutem

Poloha ventilu	**stupeň otáček čerpadla**	**I**	**II**	**III**	**IV**
0° - plně otevřeno	Objemový průtok [*l/min*]	22,60	27,90	35,40	43,40
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,39	0,50	0,61	0,75
	Tlaková diference [*bar*]	0,01	0,02	0,02	0,04
10°	Objemový průtok [*l/min*]	21,20	26,10	31,60	40,50
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,37	0,45	0,55	0,69
	Tlaková diference [*bar*]	0,02	0,04	0,06	0,07
20°	Objemový průtok [*l/min*]	19,20	23,30	30,50	34,40
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,33	0,40	0,52	0,59
	Tlaková diference [*bar*]	0,02	0,04	0,06	0,08
30°	Objemový průtok [*l/min*]	16,80	18,20	21,90	26,10
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,29	0,31	0,38	0,45
	Tlaková diference [*bar*]	0,04	0,06	0,08	0,11
40°	Objemový průtok [*l/min*]	12,90	14,80	16,40	19,50
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,22	0,25	0,25	0,28
	Tlaková diference [*bar*]	0,04	0,06	0,09	0,13
50°	Objemový průtok [*l/min*]	10,60	12,70	14,80	17,20
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,18	0,22	0,23	0,27
	Tlaková diference [*bar*]	0,06	0,08	0,14	0,19
60°	Objemový průtok [*l/min*]	8,70	10,40	12,80	14,80
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,16	0,18	0,22	0,26
	Tlaková diference [*bar*]	0,07	0,09	0,16	0,22
70°	Objemový průtok [*l/min*]	5,30	7,00	8,30	11,40
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,11	0,13	0,15	0,20
	Tlaková diference [*bar*]	0,09	0,13	0,19	0,24
80°	Objemový průtok [*l/min*]	3,70	4,00	4,20	5,30
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,07	0,08	0,08	0,10
	Tlaková diference [*bar*]	0,16	0,22	0,30	0,35
90° - plně uzavřeno	Objemový průtok [*l/min*]	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tlaková diference [*bar*]	0,21	0,29	0,35	0,41

tab. 7 - IV. měření - čidlo průtokoměru za kulovým kohoutem

Poloha ventilu	stupeň otáček čerpadla	I	II	III	IV
0° - plně otevřeno	Objemový průtok [*l/min*]	18,60	22,60	31,50	38,60
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,32	0,39	0,53	0,66
	Tlaková diference [*bar]*	0,01	0,02	0,03	0,04
10°	Objemový průtok [*l/min*]	18,50	21,40	31,50	38,50
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,32	0,39	0,53	0,66
	Tlaková diference [*bar*]	0,02	0,04	0,06	0,07
20°	Objemový průtok [*l/min*]	17,90	20,30	30,50	34,40
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,30	0,35	0,52	0,59
	Tlaková diference [*bar*]	0,02	0,04	0,06	0,08
30°	Objemový průtok [*l/min*]	16,50	18,60	26,30	29,20
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,28	0,32	0,45	0,49
	Tlaková diference [*bar*]	0,04	0,06	0,08	0,11
40°	Objemový průtok [*l/min*]	13,20	16,20	19,50	25,30
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,23	0,28	0,33	0,44
	Tlaková diference [*bar*]	0,04	0,06	0,09	0,13
50°	Objemový průtok [*l/min*]	11,10	13,90	16,20	19,50
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,19	0,24	0,29	0,34
	Tlaková diference [*bar*]	0,06	0,08	0,14	0,19
60°	Objemový průtok [*l/min*]	7,90	10,60	13,30	14,60
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,14	0,19	0,23	0,25
	Tlaková diference [*bar*]	0,06	0,08	0,14	0,19
70°	Objemový průtok [*l/min*]	5,60	6,80	8,20	10,90
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,10	0,12	0,14	0,19
	Tlaková diference [*bar*]	0,09	0,13	0,19	0,24
80°	Objemový průtok [*l/min*]	3,40	4,10	4,80	5,90
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,06	0,07	0,08	0,10
	Tlaková diference [*bar*]	0,16	0,22	0,30	0,35
90° - plně uzavřeno	Objemový průtok [*l/min*]	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tlaková diference [*bar*]	0,21	0,29	0,35	0,41

tab. 8 - Výpočet tlakových ztrát na měřícím okruhu

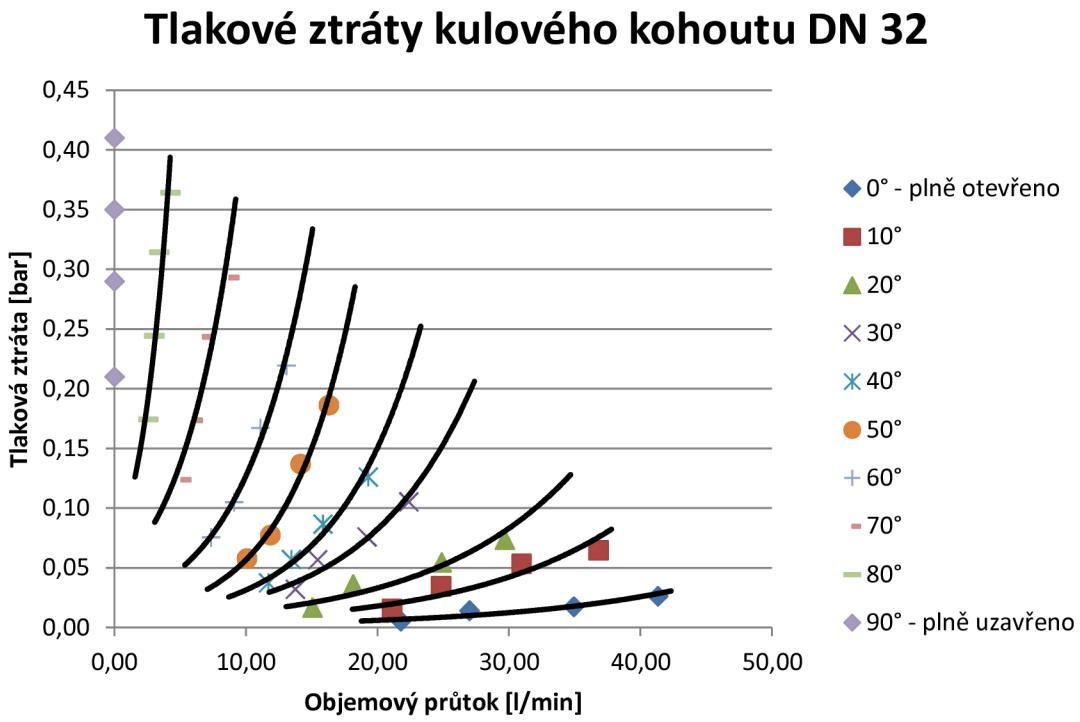
č.ú.	M (*kg/h*)	l (*m*)	DN	R (*Pa/m*)	w (*m/s*)	R.l (*Pa*)	Σξ (-)	Z (*Pa*)	Δp_{RV} (*Pa*)	R.l+Z+Δp_{RV} (*Pa*)	Δp_{DIS} (*Pa*)
Dimenzování měřícího okruhu kulového kohoutu											
0	2490	1	32	53	0,71	53	3,3	831,8	0,0	884,8	**884,8**

Σξ = 2x koleno (2x0,55) + rozdělení proudu (1,3) + spojení proudu (0,9) = 3,3

tab. 9 - **celkové zhodnocení - průměr po odečtení tlakových ztrát na měřícím okruhu**

Poloha ventilu	stupeň otáček čerpadla	I	II	III	IV
0° - plně otevřeno	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]	1306,50	1620,00	2095,50	2479,50
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,38	0,47	0,60	0,71
	Tlaková diference [*kPa*]	0,53	1,41	1,75	2,62
10°	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]	1266,00	1489,50	1857,00	2208,00
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,36	0,44	0,53	0,62
	Tlaková diference [*kPa*]	1,55	3,46	5,34	6,47
20°	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]	903,00	1089,00	1492,50	1780,50
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,26	0,31	0,43	0,51
	Tlaková diference [*kPa*]	1,68	3,61	5,47	7,36
30°	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]	825,00	927,00	1152,00	1342,50
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,23	0,26	0,33	0,38
	Tlaková diference [*kPa*]	3,21	5,67	7,59	10,52
40°	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]	702,00	807,00	951,00	1158,00
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,20	0,24	0,27	0,32
	Tlaková diference [*kPa*]	3,75	5,71	8,66	12,60
50°	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]	604,50	711,00	849,00	978,00
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,18	0,21	0,24	0,30
	Tlaková diference [*kPa*]	5,78	7,74	13,70	18,63
60°	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]	441,00	546,00	666,00	784,50
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,16	0,20	0,23	0,26
	Tlaková diference [*kPa*]	7,56	10,51	16,72	21,93
70°	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]	304,50	357,00	403,50	523,50
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,09	0,11	0,12	0,15
	Tlaková diference [*kPa*]	12,38	17,37	24,35	29,31
80°	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]	154,50	181,50	204,00	255,00
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,05	0,05	0,06	0,07
	Tlaková diference [*kPa*]	17,44	24,43	31,42	36,41
90° - plně uzavřeno	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rychlost proudění [*m/s*]	0,00	0,00	0,00	0,00
	Tlaková diference [*kPa*]	21,00	29,00	35,00	41,00

7) Zpracovaná data



graf 3 - Závislost tlakové ztráty kulového ventilu na průtoku

8) Porovnání výsledků s údaji výrobce

Námi naměřené hodnoty jsou z hlediska objemového průtoku kohoutem při porovnání s hodnotami výrobce podobné armatury poměrně nízké. Pro obor vytápění jsou námi měřené rychlosti proudění a objemového respektive hmotnostního průtoku v potrubí ovšem v reálných hodnotách použitelnosti. Ekonomická rychlost proudění ve vytápění se pohybuje v hodnotách do 1 m/s, abychom dosáhli výhodného poměru mezi tlakovými ztrátami třením a aby nevznikal hluk v potrubí.

Porovnáním s hodnotami výrobce podobné armatury rozdílného konstrukčního provedení jsme zjistili, že námi naměřené hodnoty tlakové ztráty se značně odchylují, což může být způsobeno např. stářím armatury, kdy již nemůžeme s jistotou zaručit vlastnosti jednotlivých materiálů, dále nemůžeme zaručit např. zanesení armatury kalem nebo jiné zhoršení povrchových vlastností uvnitř armatury.

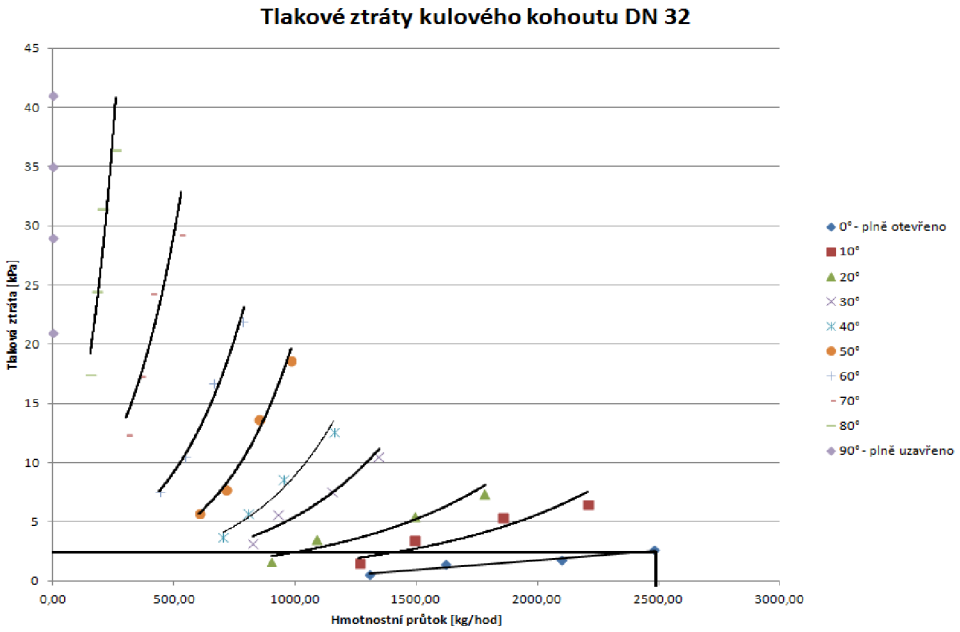
Rychlost proudění [*m/s*]	Hmotnostní průtok [*kg/hod*]
0,2	732,9
0,5	1832,4
0,8	2931,8
1	3664,8
1,5	5497,2

použité vztahy :

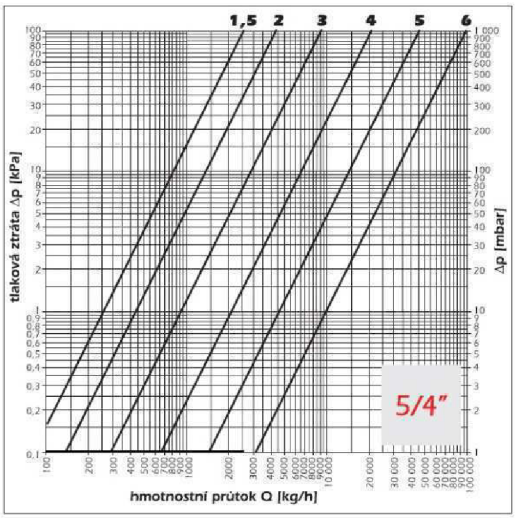
Q = S.v

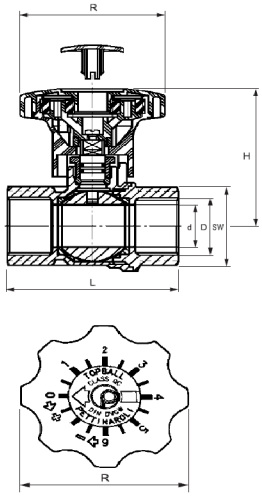
S - průřez potrubí DN 32 [m^2]

v - rychlost proudění [*m/s*]



graf 4 - Naměřené tlakové ztráty a vyznačena hodnota ztráty při plném otevření a průtoku 2500 kg/hod - hodnota tlakové ztráty Δp = 2,6 kPa





obr. 21 - Hodnoty tlakových ztrát udávané výrobcem pro kulový kohout DN 32 s jiným principem ovládání, vyznačena hodnota ztráty při průtoku 2500 *kg/hod* - hodnota tlakové ztráty Δp = 0,1 *kPa* [12]

Jak je patrné z předchozího grafu, hodnota tlakové ztráty narůstá rapidně se zvyšujícím se průtokem. Pro oblast rychlosti do 0,8 *m/s*, což je oblast reálných hodnot pro rychlost proudění v trubce DN 32 a plném otevření kohoutu je výrobcem udána v podstatě nulová tlaková ztráta. Vyšších rychlostí v potrubí vytápění není z hlediska hluku vhodné používat.

9) Výpočet k_v hodnoty kulového kohoutu

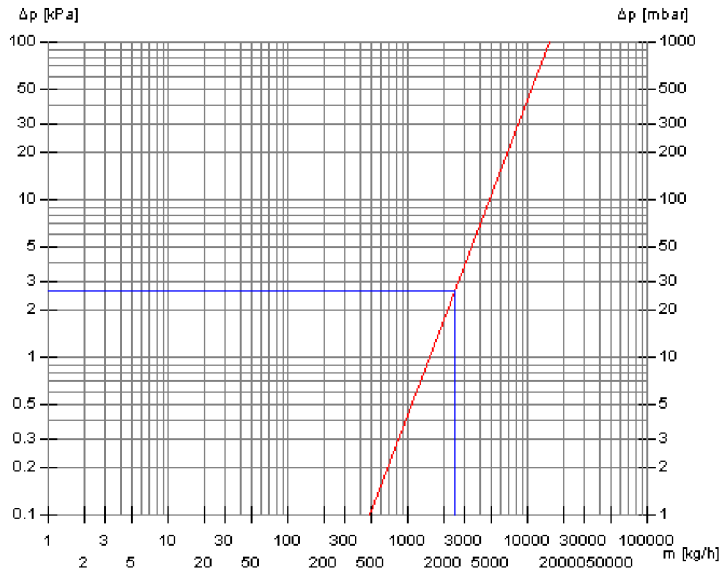
Hodnota k_v armatury udává závislost tlakové ztráty na průtoku kapaliny armaturou (v zahraničních podkladech bývá též značena K_v) . Tato hodnota udává průtok armaturou při jednotkovém rozdílu tlaků před a za armaturou. Tato hodnota rozdílu tlaků je stanovena jako 1 *bar* (100 *kPa*, 0,1 *MPa*). Výpočet k_v hodnoty probíhá z veličin objemového průtoku (Q) a tlakové ztráty (Δp). Více o hodnotě k_v je popsáno v části A.7.2.

$$k_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta p}} \qquad [m^3/h]$$

kde je	k_v	jmenovitý průtok armaturou	$[m^3/h]$
	Q	průtok	$[m^3/h]$
	Δp	tlaková ztráta armatury	[*bar*]

tab. 10 - vypočtená hodnota k_v

nastavení	87,5°	85°	80°	70°	30°	0°
průtok [%]	2,5	5	10	22	50	100
k_v $[m^3/h]$	0,100983	0,204937	0,422586	0,966972	4,138166	15,33245

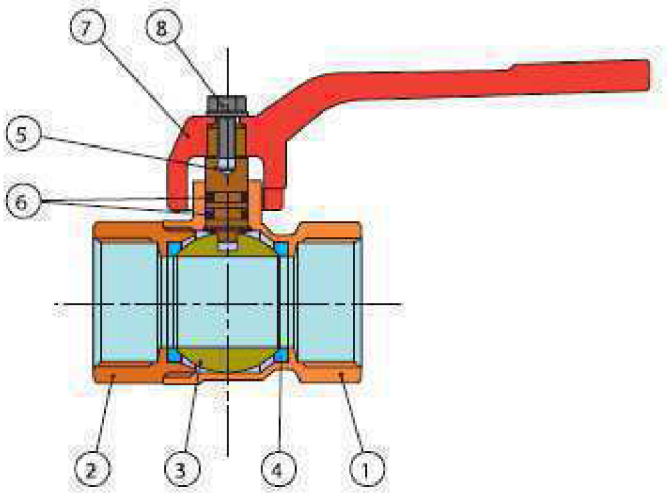


obr. 22 - Vynesení k_v hodnoty kulového kohoutu při plném otevření - vyzn. červeně

10) Dokumentace experimentu

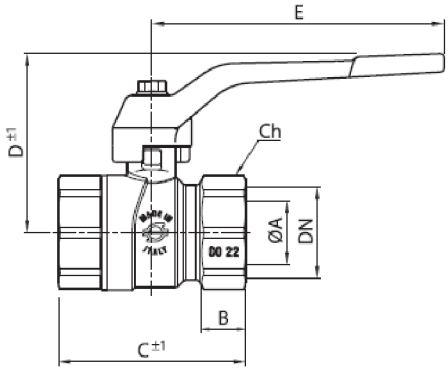
obr. 23 – Kulový kohout DN 32 [13]

obr. 24 - Dokumentace průběhu II. měření, poloha kulového kohoutu otevřeno 20°, stupeň otáček I.



1 – tělo kohoutu
2 – připojení
3 – uzavírací koule
4 – těsnění
5 – hřídel
6 – těsnění O-kroužek
7 – ovládací páčka
8 – šroub, matice

obr. 25 – Schéma kulového kohoutu DN 32 včetně popisu jeho částí [14]



obr. 26 – Rozměrové schéma kulového kohoutu [15]

11) Závěr

Měřením na zkušebním okruhu jsem dosáhl zjištění hodnot tlakových ztrát kulového kohoutu pro uzavření potrubí v různých polohách otevření při různém objemovém průtoku potrubím. Výpočtem jsem stanovil hodnotu tlakových ztrát měřícího okruhu z hlediska ztrát třením a ztrát místními odpory. Vypočítal jsem hodnotu tlakových ztrát pro největší průtok, a tuto hodnotu jsem odečetl od naměřené tlakové ztráty. Pro nižší rychlosti proudění vody v okruhu jsem vypočítanou tlakovou ztrátu lineárně interpoloval dle rychlosti proudění. Velikost tlakových ztrát vznikajících na kulovém kohoutu při plném otevření se pohybuje až kolem hodnoty 2,6 *kPa* při průtoku 41,33 *l/min*. Tento průtok přibližně odpovídá hodnotám objemového průtoku v kotlovém okruhu běžně navrhované otopné soustavy rodinného domu. Tato hodnota tlakové ztráty v podstatě popírá tvrzení o možnosti zanedbat umístění kulového kohoutu v potrubí při výpočtu tlakových ztrát. Se zvyšujícím se průtokem samozřejmě tlaková ztráta dále roste. Tlaková ztráta se při uzavírání kohoutu nad 20° začíná značně zvyšovat, když při uzavření na 80° a při nejvyšším stupni otáček čerpadla dosahuje 36,41 *kPa* a průtok je seškrcen na 4,25 *l/min*. Tato ztráta zanedbatelná rozhodně není, ovšem použití uzavírací armatury v takovéto poloze uzavření se nepředpokládá a je opravdu jen výjimečné.

Pro porovnání s podobnou armaturou ale s jiným typem konstrukce jsem zvolil kulový regulační uzávěr IVAR.TOP BALL 5/4" - viz příloha. Jeho konstrukce se odlišuje od klasického kulového kohoutu tím, že uzavírací koule není ovládána přímo pákou, ale je ovládána ovládací hlavicí přes převod, tudíž se armatura uzavírá pomaleji a její výhoda je v tom, že při uzavírání nevznikají tlakové rázy v potrubí a uzávěr umožňuje jemnější regulaci průtoku. Na ovládací hlavici je stupnice označená čísly 1 - 6, jejíž čísla odpovídají předem definovanému průtoku danému výrobcem pro každý jednotlivý rozměr uzávěru. Porovnáním těchto dvou armatur jsem zjistil, že námi naměřené hodnoty se výrazně vzdalují od hodnot udávaných výrobcem, respektive že mnou naměřené hodnoty jsou výrazně vyšší. Jak jsem již zmínil v části 8), může to být způsobeno např. poškozením námi měřené armatury, usazením kalu uvnitř apod.

Přílohy :

- technický list regulačního uzávěru IVAR.TOP BALL 5/4"

- list výrobce s technickými daty měřící ústředny ALMEMO 2590 - 4S

Použité zdroje :

[12], [14], [15] http://www.ivarcs.cz
[13] http://www.vodovodni-baterie-eshop.cz

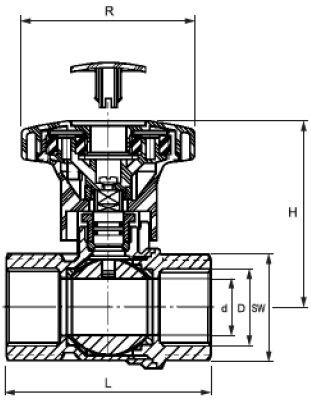
KULOVÝ UZÁVĚR REGULAČNÍ

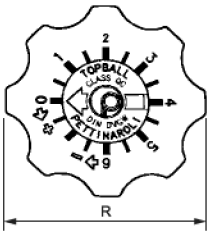
IVAR.TOP BALL

- regulační kulový uzávěr s plastovou ovládací rukojetí, která umožňuje jemnou regulaci průtoku;
- převod ovládání zároveň zabraňuje vzniku hydraulických rázů v potrubí;
- stupnice je označena čísly 1 - 6, kterým odpovídá definovaný průtok (viz. tabulky pro jednotlivé rozměry)

- materiál: tělo uzávěru - niklovaná mosaz;
  uzavírací koule - chromovaná;
  těsnění koule - PTFE (teflon);
  ovládací hlavice - plast;
  maximální provozní tlak PN 30 při +100 °C
  PN 10 při +150 °C

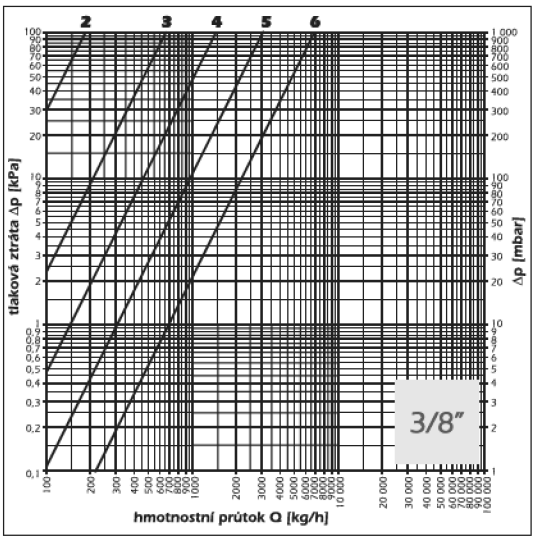
TECHNICKÝ NÁKRES A ROZMĚRY



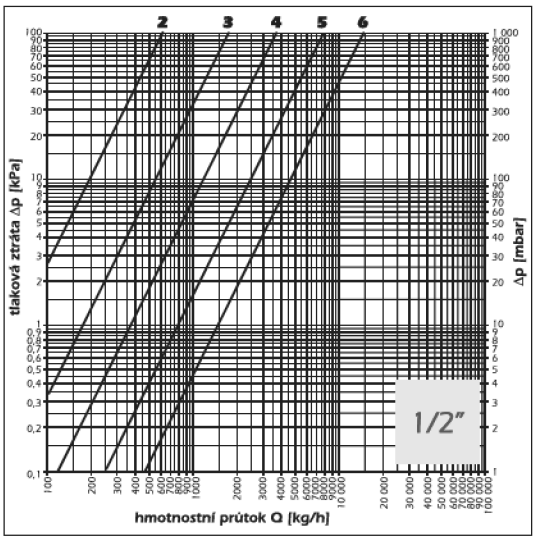


Kód	Rozměr D	d	H mm	L mm	R mm	Délka závitu mm	Hmotnost kg
3701015150	3/8"	10	63	47	70	12	0,18
3701515150	1/2"	15	66	62	70	17	0,26
3702015150	3/4"	20	72	69	70	18	0,38
3702515150	1"	25	78	84	70	21,5	0,66
3703215150	5/4"	32	83	96	70	23,5	1,01
3704015150	6/4"	40	114	106	110	23,5	1,40
3705015150	2"	50	121	127	110	28	2,15

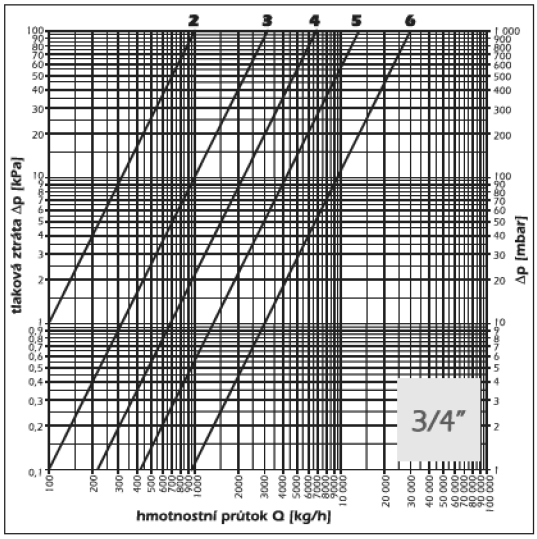
Graf tlakových ztrát:



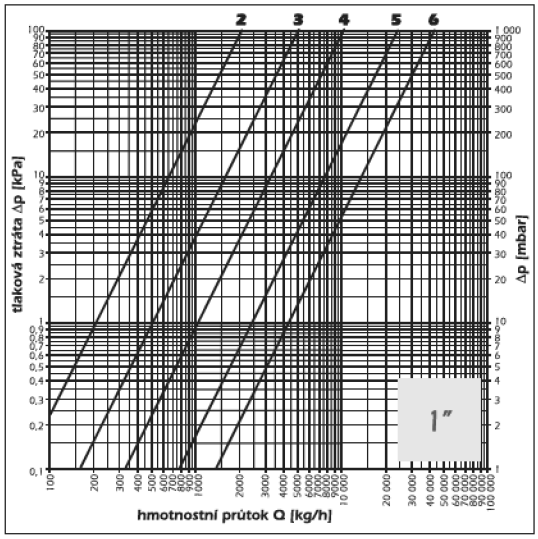
nastavení	2	3	4	5	6
průtok (%)	2,72	9,6	21,5	44,4	100
K_V	0,18	0,64	1,43	2,95	6,65



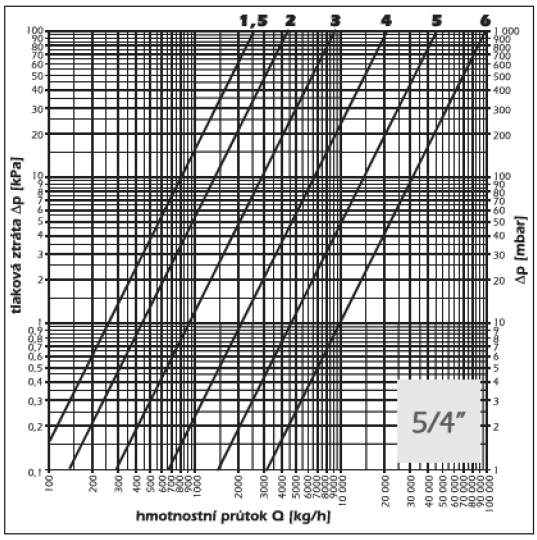
nastavení	2	3	4	5	6
průtok (%)	4,5	12	26	56	100
K_V	0,61	1,72	3,80	7,93	14,50



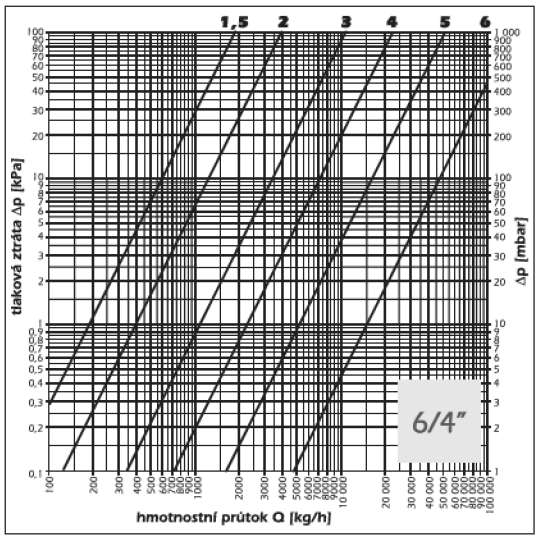
nastavení	2	3	4	5	6
průtok (%)	4	10	22	45	100
K_V	0,97	2,77	6,60	13,34	30,00



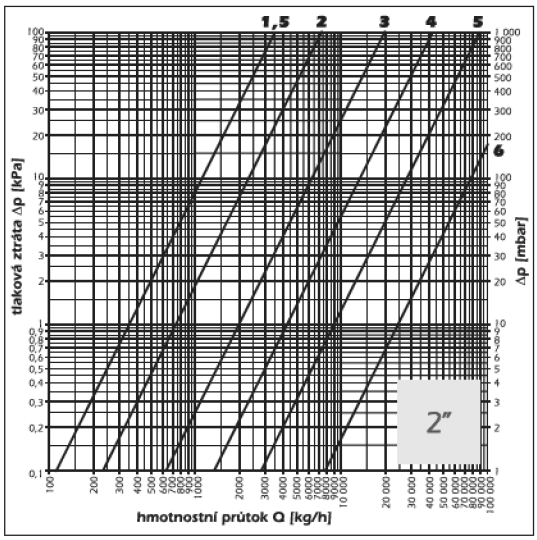
nastavení	2	3	4	5	6
průtok (%)	4	12	25	53	100
K_V	2,03	5,03	10,45	24,40	45,00



nastavení	1,5	2	3	4	5	6
průtok (%)	2,5	5	10	22	50	100
K_V	2,50	4,50	9,30	21,00	46,00	97,00



nastavení	1,5	2	3	4	5	6
průtok (%)	1,2	3	10	20	40	100
K_V	1,90	4,00	11,00	23,00	51,00	150,00



nastavení	1,5	2	3	4	5	6
průtok (%)	1,7	3,7	10	20	40	100
K_V	3,60	7,50	20,00	42,00	89,00	240,00

AHLBORN
www.ahlborn.co

ALMEMO 2590-2, 2590-3S, 2590-4S

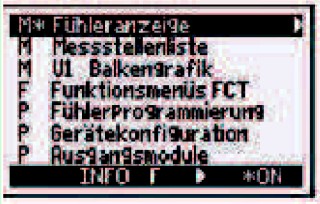
01

Univerzální měřicí přístroje se 2 až 4 vstupy, s pamětí měřených hodnot, 2 výstupy USB,RS232, ethernet, analogovým

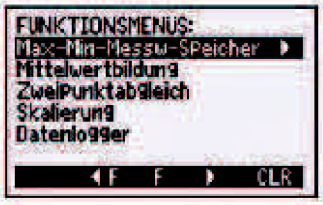
Popis:

- moderní kompaktní pouzdro
- 2 až 4 galv.oddělené vstupy pro čidla
- 2 výst.zásuvky pro digit.rozhraní,analog. výstup,paměť.kartu,alarm-kontakty apod.
- AD-převodník s vysokým rozlišením 16 bit
- četnost měření až 10 za sekundu
- grafický displej bíle podsvícený, ovládání silikonovými tlačítky
- přehledný systém menu:
  3 měřicí menu -1 menu volitelné z 50 funkcí
  zobrazení číselně 1 až 12 hodnot
  sloupcovým grafem
- menu v češtině, němčině a angličtině
- funkce: max., min., průměrování, nulování, kalibrace, výpočet průtoku, paměť pro 99 hodnot, tlumení, korekce
- programování čidel: rozsah, jednotka, komentář, korekční a limitní hodnoty
- u 2590-3/4S paměť pro 7 – 12000 hodnot, EEPROM lineární nebo kruhová
- paměť. konektor s MMC-kartou až 128MB
- sleep-mód pro dlouhodobá měření

volba menu:



funkční menu:



Technická data:

Vstupy: 2590-2 ... 2 vstupy
2590-3S... 3 vstupy
2590-4S... 4 vstupy
galv.oddělení: 50V
měř.kanály: 4 / vstup + 4 interní
AD-převodník: delta-sigma 16 bit
2,5 nebo 10 měř./s
napájení čidel: max. 150 mA

Výstupy: 2 zásuvky pro všechny výst. Moduly (datové, analogové, reléové, paměťové,trigger)

Vybavení:
displej: grafický 128x64 bodů
8 rádek, osvětlený
tastatura: 7 silikonových tlačítek
čas a datum: hodiny reálného času jištěné baterií přístroje
vnitřní paměť: jen 2590-xS: 59kB
EPROM (7 až 12000 hodnot)

Napájení:
barerie: 3 alkalické typ AA
adapter: ZA1312NA1, 230 VAC na 12 V DC,200 mA
DC-kabel: ZA2690UK,10..30 V, 0,25A, galv.oddělený
spotřeba aktivní mód: ca.20mA
bez modulů: s osvětlením: 40mA
sleep-mód: 0,05mA

Přehled výrobků:

přístroj ALMEMO 2590-2 **MA25902**
2 vstupy, 2 výstupy, LCD-grafický displej,hodiny
přístroj ALMEMO 2590-3S **MA25903S**
jako 2590-2 ale 3 vstupy a paměť 59 kB
přístroj ALMEMO 2590-4S **MA25904S**
jako 2590-2 ale 4 vstupy a paměť 59 kB

opce síťové meření dle VDI2080 OA2590VN

Příslušenství:

síťový adapter 12V/200mA	ZA1312NA1
napájecí kabel 10..30VDC	ZA2690UK
externí paměť MMC 128MB	ZA1904MMC
datakabel USB , max.230,4 kB	ZA1919DKU
datakabel RS232, max.115,2kB	ZA1909DK5
analog.kabel 0,1 mV/digit	ZA1601RK
ethernet-kabel,max.115,2kB	ZA1945DK
alarm a trigger-kabel (0,5A,50V)	ZA1006EGK
kabel pro propoj.více přístrojů do sítě, max.115,2kB	ZA1999NK5
přístrojový kufřík	ZB2490TK

ZÁVĚR

V mé diplomové práci jsem v části A teoreticky popsal malou část problematiky hydrauliky otopných soustav, dále jsem se v části B zabýval návrhem variantního řešení rozvodů otopné vody v novostavbě administrativní budovy s tím, že jsem porovnával dvě varianty návrhu a to variantu I - rozvod jedním stoupacím potrubím po výšce budovy a dlouhým horizontálním připojovacím potrubím k jednotlivým otopným tělesům vedeným v podlaze a variantu II - rozvod více stoupacími potrubími po výšce objektu a relativně krátkými horizontálními přípojkami otopných těles vedených po stěně v liště.

Jako hydraulicky výhodnější variantu jsem vyhodnotil variantu II, kde pro vyregulování otopné soustavy nebylo třeba instalovat na potrubí vyvažovací ventily. Výkresy celého systému jsem dokončil jen pro variantu II. Materiálem pro trubní rozvody byla zvolena měď. Pro zajištění dobré funkce soustavy je nutné zaizolování celého trubního rozvodu navrženými izolacemi. Při návrhu byl brán zřetel na životní prostředí, proto byl zvolen kotel na spalování zemního plynu, tedy relativně ekologického paliva. Celá soustava byla navržena s ohledem na současně platné normy ČSN a EN.

V části C jsem ověřoval výkonovou charakteristiku čerpadla udávanou výrobcem. Mnou naměřené hodnoty v podstatě kopírují údaje udávané výrobcem, tedy ověření proběhlo v pořádku a výrobce udává hodnoty, kterých je čerpadlo ve skutečném provozu schopno dosahovat. Dále jsem měřil tlakové ztráty kulového kohoutu DN 32 v různých polohách otevření, respektive uzavření a počítal hodnotu kv. Dále jsem tyto hodnoty porovnával s hodnotami udávanými výrobcem regulační kulové armatury DN 32. Hodnoty tlakových ztrát mnou měřená armatury jsou výrazně vyšší, což je nejspíše dáno stářím armatury a nemožností ověřit všechny parametry. V armatuře může být usazen kal nebo může být povrch armatury nějakým způsobem poškozen.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Použitá literatura :

HURYCH, Martin, Ing. *vyvažování potrubních sítí*, 3. upravené vydání. Humpolec : IMI International s.r.o., 2000. 87 s. ISBN 80-239-1956-3

PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2005, 246 s. Vytápění. ISBN 80-807-6020-9

Topenářská příručka: Svazek 2. 120 let topenářství v Čechách a na Moravě. 1. vyd. Praha: GAS, 2001, 2394 s. Vytápění. ISBN 80-861-7683-5.

RUDOLF, Jauschowetz. *Srdce teplovodního topení, hydraulika*. 1. vyd. Wien,: Herz Armaturen Ges, 2004, 200 s. Vytápění.

Použité internetové zdroje :

http://www.tzb-info.cz
http://www.korado.cz
http://www.reflexcz.cz
http://www.grundfos.cz
http://www.etatherm.cz
http://www.disa.cz
http://www.welterbe-limes-rlp.de
http://www.ivarcs.cz
http://www.ahlborn.cz
http://www.viessmann.cz
http://www.imi-international.cz

Použitý software :

Teplo 2011 (školní verze)
Auto CAD 2007 (školní verze)
Microsoft office - Word, Excel (licence)
Mozilla Firefox (licence)

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

l	délka	[*m*]
U	součinitel prostupu tepla	[W/m^2K]
λ	součinitel tepelné vodivosti	[*W/mK*]
M_i	difůzní odpor	[-]
A, S	plocha	[m^2]
n	počet výměn vzduchu	[h^{-1}]
Θ, t	teplota	[°*C*]
$V_{inf,i}$	objemový průtok infiltrací	[m^3/h]
V	objem	[m^3]
Q	teplo, tepelný výkon	[*W*]
M	hmotnostní průtok	[*kg/h*]
R	tlaková ztráta potrubí při proudění kapaliny	[*Pa/m*]
w	rychlost proudění	[*m/s*]
ξ	součinitel místního odporu	[-]
Z	tlaková ztráta místními odpory	[*Pa*]
h	výška	[*m*]
g	tíhové zrychlení	[m/s^2]
p	tlak	[*Pa*]
H_T	měrná tepelná ztráta	[*W/K*]
ρ	hustota	[kg/m^3]
H	výhřevnost	[*MJ/kg*]
l	délka potrubí	[*m*]
c	měrná tepelná kapacita	[*KJ/kg*]
τ	čas	[*h*]
Δp_{dis}	dispoziční tlak	[*Pa*]

SEZNAM PŘÍLOH

VÝKRES č.1	OTOPNÁ SOUSTAVA 1NP	M 1:50
VÝKREŠ č.2	OTOPNÁ SOUSTAVA 2NP	M 1:50
VÝKRES č.3	OTOPNÁ SOUSTAVA 3NP	M 1:50
VÝKRES č.4	SPODNÍ ROZVOD 1NP	M 1:50
VÝKRES č.5	SCHÉMA ZAPOJENÍ	M -/1:50