

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Jaroslav Porš

EKONOMICKÝ A TECHNICKÝ ROZBOR VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ PRO KONKRÉTNÍ ZVOLENÝ PŘÍPAD

Diplomová práce KTE - DP - 009

Liberec 1996

PŘEDMLUVA

Úvodem bych rád vyslovil poděkování panu Doc.Ing J.Olehlovi ,CSc. za pomoc při výběru tématu diplomové práce a dále pak za praktické rady a připomínky ohledně tepelné izolace a pomoc při výběru literatury a norem.

Dík patří panu Ing. P.Müllerovi za vedení a prktické rady po celou dobu realizace diplomové práce.

Dík patří rovněž investorovi panu P.Pospíšilovi za jeho čas při objasňování všech problémů stavby v návaznosti na realizaci rekonstrukce.

V neposlední řadě děkuji i panu J.Pospíšilovi ,který provedl veškeré topenářské práce ve vynikající kvalitě a krátkém čase.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra : termomechaniky

Školní rok : 1995/96

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Jaroslava P o r š e

obor Tepelná technika

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č.172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci :

Název tématu : EKONOMICKÝ A TECHNICKÝ ROZBOR VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ
PRO KONKRÉTNÍ ZVOLENÝ PŘÍPAD

Zásady pro vypracování :

1. Rozbor stávajícího stavu zvolené budovy.
2. Současné možnosti řešení.
3. Pro zvolenou variantu provést konkrétní návrh, výpočty a ekonomické zhodnocení.
4. Projektová dokumentace s patřičnými náležitostmi.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1329, Liberec 1
PŠČ 461 17

KTE/TT
52.4. 10. 10. 1996. před.

V 158/96 S

ANOTACE

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra termomechaniky

Obor: Tepelná technika

Diplomant: Jaroslav Porš

Téma práce: Ekonomický a technický rozbor vytápění a větrání pro
konkrétní zvolený případ.

Číslo DP : KTE - DP - 009

Vedoucí DP : Doc. Ing. Josef Olehla, CSc.

Konzultant : Ing. Pavel Müller

Stručný obsah: Cílem diplomové práce bylo navrhnout topení a větrání do rekonstruované budovy. Protože budova nesplňovala normu ČSN 73 05 40 o tepelné ochraně nových a rekonstruovaných budov musel investor provést tepelnou izolaci vnější obvodové zdi. Výpočet tloušťky izolace jakož i výběr vhodného typu je rovněž předmětem diplomové práce.

Co se rozvodů topení týče bylo je potřeba rozdělit na dvě části. Jednu pro obchod, který se nachází v rekonstruované budově a druhou pro kanceláře. To je z toho důvodu, že obě části mají výrazně odlišné pracovní doby. Předmětem diplomové práce bylo rovněž navrhnout regulaci.

Poslední částí bylo pak větrání učebny. Z důvodů omezeného příkonu bylo potřeba instalovat rekuperátor. Součástí diplomové práce je podrobný popis jakož i projektová dokumentace.

Ekonomická hlediska pak ukazují pořizovací náklady, náklady na provoz a návratnost úspor.

I. ROZBOR STÁVAJÍCÍHO STAVU ZVOLENÉ BUDOVY

Investor (církvev Jednota bratrská v zastoupení p.Pospíšilem) vznesl v červenci 1995 Žádost o projekt pro rekonstrukci otopné soustavy a návrh tepelné izolace objektu na ul.B.Němcové č.2.

Jednalo se o přízemí a první patro třípatrové budovy.V prvním patře byl dříve soukromý byt.V přízemí bylo schodiště , dvě kanceláře, učebna, sociální zařízení a malý obchod.Nyní je přístavěno nové schodiště na východní stěně budovy a celé první patro bylo přestavěno na kanceláře.V přízemí zůstane zachován obchod a ostatní prostory budou rovněž přestavěny na kanceláře.Jakým způsobem a v jakém časovém sledu je popsáno podrobně v konkrétním řešení dále.Zbývá se ještě zmínit o druhém a třetím patře.Zde jsou nyní dva byty,které mají vlastní otopnou soustavu a plynový kotel.Ty tedy nebudou předmětem rekonstrukce.

Podrobný popis místností-jejich velikosti a účel popisuje přiložená projektová dokumentace.

Podmínky a požadavky investora:

- 1.Jelikož stará otopná soustava byla vybudována teprve před 7 lety bylo žádoucí využít co nejvíc stávající materiál.(litinová ot. tělesa)
- 2.Využít stávající plynový kotel Vaillant VCW 24 s výkonem 24 kW.
- 3.Rekonstrukce je omezena finančním rozpočtem.
- 4.Provoz musí být co nejúspornější.
- 5.Je třeba dbát i na estetickou stránku.

Rozbor problémů.

Tím, že se změnila ve většině případů velikost místností (přestavbou na kanceláře) a dům bude tepelně izolován, změnila se velikost tepelných ztrát. Stávající otopná tělesa se stala předimenzovaná nebo poddimenzovaná. Jsou zde ale i 4 nové místnosti, které vznikly po starém schodišti. Tam bylo potřeba tělesa teprve umístit.

Další problém vyplynul z různých tepelných režimů budovy. Nové kanceláře budou využívány nejčastěji od 8 do 16 hodin. Obchod od 7 do 18.30 hodin a rovněž v sobotu od 7 do 14 hodin. Zmíněná učebna v přízemí je využívána rovněž v sobotu od 16 hodin do 20 hodin. Z důvodů hospodárnosti provozu bylo vhodné oddělit od sebe tyto soustavy a řídit každou zvlášť.

Tyto změny byly tak rozsáhlé, že se nevyplatilo uzpůsobovat starý rozvod na nové podmínky. Vyvstal tedy úkol navrhnout nový rozvod. Ten musí respektovat jednak nové tepelné ztráty místností ale i jejich režim.

Poslední problém je učebna v přízemí. Její obsazení bývá často až 50 lidí. Tady je potřeba zajistit dostatečnou výměnu vzduchu větracím zařízením. Větrací zařízení je však velmi drahé a investor chce provoz učebny do 5 let ukončit. Hodlá zde postavit přičky a tak vzniknou další 3 kanceláře a vstupní chodba.

Shrnutí řešeného problému:

1. Návrh vhodného typu a tloušťky tepelné izolace.
2. a) Návrh otopné soustavy vzhledem k různým režimům vytápění.
b) Výpočet hydraulických odporů soustavy, dimenze potrubí.
c) Návrh vhodné regulace.
3. Návrh větracích systémů učebny.
4. Finanční rozpočet, rozdělení do etap.

II. SOUČASNÉ MOŽNOSTI ŘEŠENÍ

1. Návrh vhodného typu izolace

Než jsem přistoupil k výběru vhodného typu izolace bylo potřeba rozhodnout zda bude provedena izolace vnitřní nebo vnější.

Vnitřní izolaci volíme v případě, že venkovní fasáda je historicky cenná a je žádoucí ji uchovat, nebo pokud je to ekonomicky výhodnější. Tady ovšem musíme dát velmi dobrý pozor na kondenzaci vodní páry v jednotlivých vrstvách stavebních konstrukcí.

Vodní pára, která vzniká v místnostech je podle /3/ z 98 % odváděna větráním. Zbytek velmi pomalu difunduje stěnou. Jestliže je v některém místě konstrukce překročen kondenzační bod, pak vzniklá voda která promáčí stěnu. ČSN 730540 převádí tento problém na částečné tlaky vodní páry na vnitřní a venkovní straně. Vlivem rozdílu těchto tlaků se šíří vodní pára stěnou.

Izolujeme li dům zvenčí, pak zůstává celá stěna tak teplá, že ke kondenzaci nemůže dojít.

Vnitřní izolace je tedy problematičtější a vyžaduje opravdu pečlivý výpočet podle ČSN. Pravidlem je pak instalace parotěsné zábrany.

Typy izolací které jsou dostupné na našem trhu:

A. Tempelan od fy. Azteco Liberec.

Jedná se o tepelnou a akustickou izolaci na bázi drcené celulózy s přísádkou protipožárních látek a přípravků zabráňujících tvorbě plísní.

Postup montáže je následující: Na venkovní nebo vnitřní stěnu připevníme rovnoběžně systém latí ve vzdálenosti asi 1.2 m. Tloušťka latí je podle tloušťky izolace. Takováto konstrukce dřevěných hranolů vytváří rošt, do kterého je nafoukána zmíněná izolace. Ta se potom napěchuje pomocí speciálních nástrojů a zarovná se do roviny dřevěného roštu. Dále se provádí napouštění pryskyřicí, která má zabránit sesedání. Na takto upravenou stěnu lze namontovat sádkokarton, jedná li se o vnitřní izolaci, nebo speciální silikátovou

omítku, jde li o izolaci vnější stěny.

Tchnické parametry převzaté z protokolu TAZÚS k certifikátu C1-T-333

Součinitel tep.vodivosti (volně foukaný) λ 0.039-0.055 W.m⁻¹K⁻¹

Objemová hmotnost (volně foukaný) 30-55 kg.m³

Součinitel difúze vodní páry δ 0.063 . 10⁹

Sesedavost 20% max.

Navlhavost 20% max

Cena (včetně montáže bez DPH) ca.800 Kč/m³

B.Výrobky z minerálních vláken- Orsil Častolovice

Častokovická minerální plst' je zhotovená z velmi jemných vláken z roztavených vysokopecních strusek nebo silikátů.Ty jsou slisovány do desek nejrůznějších tloušťek, rozměrů a objemových hmotností.

Postup montáže:Tímto způsobem lze rovněž provádět jak vnitřní tak vnější izolaci.Pro vnitřní izolaci jsou určeny ORSIL L,M,N.Na omítku vnitřní stěny přichytíme izolační desky pomocí konstrukce dřevěných latí.Na ni musí přijít již zmíněná parotěsná zábrana a sádrokartonové desky.

Vnější zdivo můžeme izolovat celkem 4 způsoby.První možností je,že na vnější nosnou stěnu přichytíme izolační desky pomocí ukotvovacích hmoždinek.Přímo na izolaci postavíme další zeď resp. jen přízdívku.Použijeme li např bílé cihly slouží tato přízdívka už jako venkovní fasáda.Druhá možnost je obdobná první jen s tím rozdílem,že mezi izolací a přízdívkou necháme ještě mezeru.Ta slouží především pro odvětrávání vlhkosti.Používáme desky ORSIL M,N a vyšší objemové hmotnosti.Třetí možnost se od prvních dvou liší tím, že místo vnější přízdívky použijeme obkladový materiál.To vyžaduje postavit nosný rošt.Lze říci ,že na trhu jsou v dnešní době celé řady tvarů velikostí a barev obkladových desek a pečlivou volbou lze dosáhnout

vzhledově velmi pěknou venkovní omítku.

Poslední možností je tzv. mokrý proces. Na obvodovou zeď musí přijít vyrovnávací omítka pokud stávající omítka není dostatečně rovná. Na ni se nanáší tmel. Pak se přichycují desky ORSIL NF, T. Nakonec armovací mřížka, silikátová omítka (vykazuje "mí" = 1-2) a fasádní barva.

✓
Technické parametry podle /4/ a podle prospektů ORSIL Častolovice

Součinitel tep. vodivosti λ 0.039-0.045 Wm⁻¹K⁻¹

Objemová hmotnost ORSIL L	50 kg.m ³
M	75 kg.m ³
N	100 kg.m ³
T	150 kg.m ³
TF(mokrý proces)	150 kg.m ³

Součinitel difúze vodní páry δ 0.038 , 10⁹

Navlhavost 30% max.

Cena (včetně montáže bez DPH) 1200-1800 Kč/m³

C. Bloky z pěnového polystyrénu (syst. Terranova)

Pěnový polystyren je tuhá lehčená hmota patřící mezi termoplasty , ve které jsou uzavřené vzduchové dutinky.

Postup montáže: fy. Terranova montuje polystyrénovou izolaci na vnější stranu. Nejprve se nanese lepící tmel na zeď a na polystyrénovou fasádní desku. Ta se takto upravená nalepí na zeď. Pak následuje skelná tkanina, která se rovněž lepí pomocí tmelu. Nakonec se nanáší omítka. Je vyrobená na základě minerálních látek (Draselného vodního skla) a podobá se jemně škrábané omítce. Lze si vybrat z celé škály barev a zrnitostí.

Technické parametry podle /4/ a katalogu firmy.

Součinitel tep.vodivosti λ	0.031-0.036 Wm ⁻¹ K ⁻¹
Objemová hmotnost	14,17,20,25 kg.m ³
Součinitel difúze vodní páry δ	0.0047 .10 ⁹
Navlhavost	3% max.
Cena (včetně montáže bez DPH)	600-1000 Kč/m ³

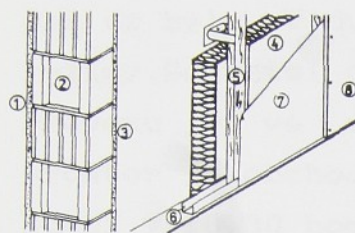
D.Předizolované obkladové desky fy.YTONG

Jedná se o desku 60 x 25 cm.Je složena ze dvou dílů.První je deska z ze stejného materiálu jako jsou běžné plné cihly YTONG.Má tloušťku 5cm.Na ni je už od výrobce nalepena min.vlna o objemové hmotnosti 100 kg/m³.Tloušťka je podle přání zákazníka nejčastěji však 4 cm. Postup montáže je následující: nejprve musíme vyrovnat starou omítku na obvodové zdi.Křehkou a zvětralou omítku je třeba odstranit.Pak se namíchá tmel , je součástí dodávky a nanáší se na zadní část desky,tedy na minerální vlnu.Takto upravená deska se přilepí na zeď a ještě ukotví pomocí speciální hmoždinky.Na tuto desku lze pak nanášet jakoukoli venkovní omítku.

Technické parametry podle prospektů výrobce:

Součinitel tep vodivosti λ	YTONG	0.12 Wm ⁻¹ K ⁻¹
	min.vlna	0.04 Wm ⁻¹ K ⁻¹
Objemová hmotnost	YTONG	500 kg.m ³
	min. vlna	100 kg/m ³
Součinitel difúze vodní páry δ	YTONG	0.013 . 10 ⁹
	min. vlna	0.038 . 10 ⁹
Cena (včetně montáže bez DPH)		600-1000 Kč/m ³

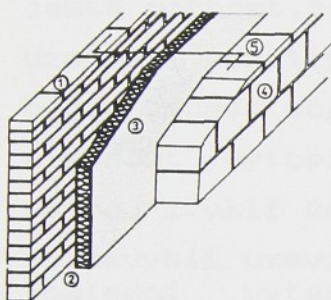
ZATEPLOVÁNÍ VNITŘNÍ



- 1 – vnější povrchová úprava
- 2 – nosné zdivo
- 3 – vnitřní povrchová úprava
- 4 – ORSIL L, M, N
- 5 – pomocné latě
- 6 – UW profil
- 7 – parozábrana
- 8 – sádkartonové desky

ZATEPLOVÁNÍ VNĚJŠÍ

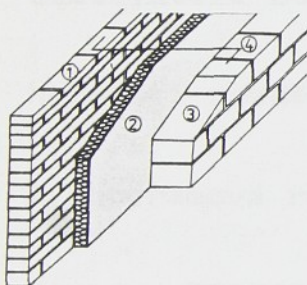
DVOUPLÁŠŤOVÉ (SE VZDUCHOVOU MEZEROU)



- 1 – přízdívka
- 2 – vzduchová mezera
- 3 – ORSIL M, N a vyšší
objemové hmotnosti
- 4 – nosné zdivo
- 5 – kotevní prvek

ZATEPLOVÁNÍ VNĚJŠÍ

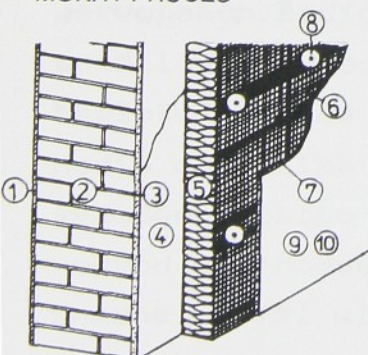
BEZ VZDUCHOVÉ MEZERY



- 1 – přízdívka
- 2 – ORSIL L, M a vyšší
objemové hmotnosti
- 3 – nosné zdivo
- 4 – kotevní prvek

ZATEPLOVÁNÍ VNĚJŠÍ

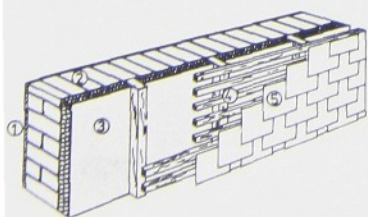
MOKRÝ PROCES



- 1 – vnitřní omítka
- 2 – obvodové zdivo
- 3 – vnější vyrovnávací
podkladní omítka,
nebo rovný podklad
- 4 – tmel
- 5 – ORSIL NF, T
- 6 – armovací tmel
a penetrace
- 7 – armovací mřížka
- 8 – talířové hmoždinky
- 9 – omítka
- 10 – fasádní barva

ZATEPLOVÁNÍ VNĚJŠÍ

SUCHÝ PROCES (OBKLAD FASÁDY)



- 1 – vnitřní omítka
- 2 – obvodové zdivo
- 3 – ORSIL M, N
- 4 – nosný rošt
- 5 – obklad

OBR 1.

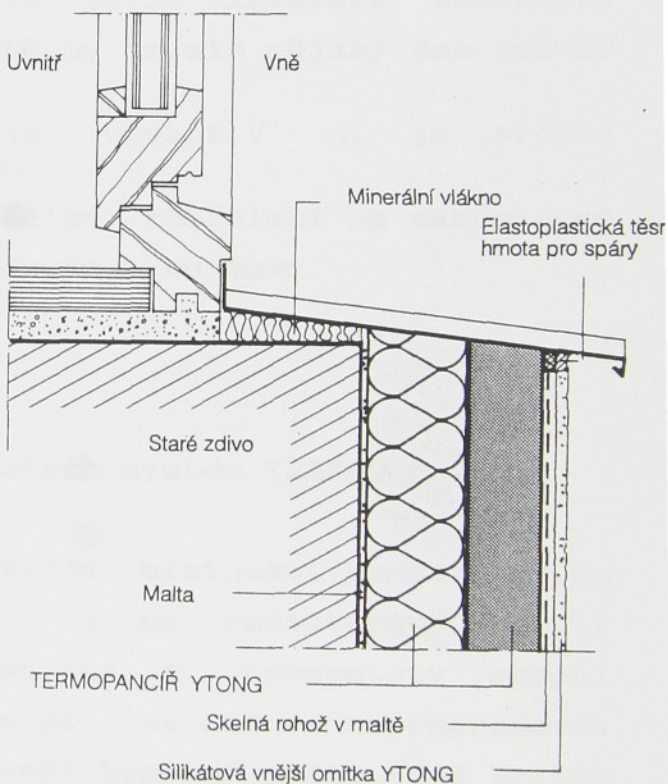
Zateplovací systém

ORSIL Častolovice

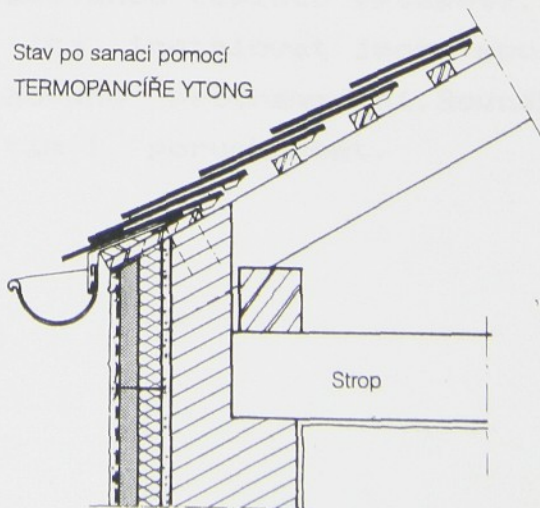
OBR 2.

Zateplovací systém

YTONG



Stav po sanaci pomocí
TERMOPANCÍŘE YTONG



2.Návrh otopné soustavy a její regulace.

Jak už bylo v úvodu zmíněno jsou v budově celkem 3 odlišné tepelné režimy. Největší část výkonu (asi 60%) jde do kanceláří. Ty budou v provozu jen ve všední dny a to jen od 8 do 16 hodin. Další vytápěný prostor je obchod. Pracovní doba ve všední den začíná v 7.30 hodin a končí v 18.30 hodin. Obchod je ale otevřený i v sobotu. Tepelná ztráta obchodu je asi 3.5kW což je jen asi 20% výkonu dodávaného kotlem.

Pokud bychom instalovali pouze jeden společný rozvod pro obchod i kanceláře pak bychom např. v sobotu vytápěli kanceláře zbytečně. Je tu ještě možnost, že by pracovníci v kancelářích před svým odchodem sami uzavřeli ventily. Problém je v tom, že když se ráno vrátí do kanceláří budou muset topení teprve pustit. To znamená určitou dobu, než se místnost vytopí. Problémem by bylo také to, že uživatelé kanceláří nejsou zvyklí šetřit za vytápění a jistě by trvalo nějaký čas než by si navykli uzavírat ventily.

Poslední vytápěnou částí domu je učebna. V ní je provoz nepravidelný a používá se také v sobotu.

Shrneme-li tyto fakty pak se jeví účelné rozdělení na samostatné části, které budou řízeny každá svým časovým programem.

Možnosti rozdělení a řízení větví:

A. Programová regulace teploty v místnostech systém TRASCO

Systém TRASCO umí řídit teplotu v každé místnosti samostatně. Do každé místnosti se montuje termostat a na radiátorový ventil servopohon. Řídící jednotka je propojená s termostaty pomocí třížilových vodičů. Na řídící jednotce je pak možné naprogramovat teplotu v každé místnosti zvlášť a rovněž tepelný režim (od kolika hodin do kolika se má místnost na požadovanou teplotu vytápět).

Výhodou tohoto řešení by bylo, že lze instalovat jeden společný rozvod. Nevýhodou je poměrně komplikované programování. Rovněž se značně zvýší složitost soustavy a tím i poruchovost.

(servopohony, řídící elektronika)

Předpokládané finanční náklady (ceny I.čtvrtletí 95 bez DPH):

Centrální řídící jednotka	1ks	5.665 Kč
Skupinová řídící jednotka	3ks	4.350 Kč
Napájecí zdroj	1ks	2.666 Kč
Rad.ventil a servopohon	21ks	7.140 Kč
Termostat	17ks	3.740 Kč
Vodiče,konektory,ostatní		4.000 Kč
Montáž		10.000 Kč max.
Celkem		37.561 Kč

B. Dvouokruhový ekvitermní regulátor TERMIT DUO

Po zvážení všech faktů bylo rozhodnuto rozdělit dům pouze na dvě samostatné části.Vzhledem k tomu,že učebna má být zrušena a budou zde kanceláře,nejevilo se účelné dělit systém na 3 části.

Termit duo jsou dva nezávislé ekvitermní regulátory řízené mikroprocesorem,umístněné ve společné skříní.Vstupními veličinami jsou venkovní teplota a teplota vody tekoucí do topení.(viz výkres DP1)Programem řízené výstupy jsou směšovací ventily a čerpadla.Jednoduchou volbou lze nastavit útlumy pro každou větev s týdenním i denním cyklem.Ekvitermní regulace umožní v každé větvi nastavit jednu z 9 teplotních křivek.Na přání zákazníka lze zabudovat i obvod ochrany proti nízkoteplotní korozi.(Teplota na vstupu do kotle neklesne pod 60°.Jinak by bylo vlastní těleso kotle natolik chladné, že by na něm kondenzovala vodní pára ve spalínách.) Toto popsané řešení vyžaduje samostatné potrubí pro obchod.Oproti předchozímu řešení obsahuje TERMIT DUO navíc ekvitermní regulaci což vede ještě k další úspoře.

Předpokládané finanční náklady (ceny I.čtvrtletí 95 bez DPH)

Regulátor	1ks	7.500 Kč
Čerpadla	2ks	6.000 Kč
Směšovací ventily	2ks	6.000 Kč

Termostatické hlavice	21ks	6.000 Kč
Náklady na potrubí		4.000 Kč
Montáž		2.000 Kč
Celkem		31.500 Kč

C.Ekvitermní regulace VAILLANT

Jako další možnost se nabízelo úplně oddělit obě soustavy. Kanceláře vytápět stávajícím kotlem Vaillant. K němu výrobce nabízí ekvitermní regulátor VRC-CW. Obchod pak vytápět samostatným plynovým topidlem MORA 734 které investor již vlastní.

Regulátor Vaillant VRC-CW je originální zařízení přímo pro kotel, který investor vlastní. Uvážíme-li ještě, že Vaillant je renomovaný výrobce kotlů, dává tato kombinace největší šanci na bezporuchový chod.

Tento regulátor pracuje na principu snižování výšky plamene. To znamená, že v kotli je na přívodu plynu namontován škrticí ventil. Ekvitermní regulátor tedy zjistí podle venkovní teploty a nastavené topné křivky, že výstupní teplota vody má být např. 70°. Tuto hodnotu porovná s hodnotou na čidle výstupní vody. Pokud se tyto hodnoty liší pak vydá povel škrticímu ventilu. Ten upraví výšku plamene. Protože průtok vody kotlem je konstantní, změní se teplota protékající vody.

Regulátor obsahuje: Spínací hodiny, které provedou automatické přepnutí z denní na noční teplotu a opačně. Cyklus je opět denní nebo týdenní. Diagram topných křivek. (viz. OBR. 3a) Křivky se nastavují pomocí potenciometru. Nastavení je tedy plynulé a lze nastavit jednotlivé mezistupně. Dále nastavení denní teploty. Lze nastavit teploty od 28°C do 12°. V případě provozu regulátoru bez dálkového ovládání je noční snížení teploty pevně dáno 5K. Snížení teploty probíhá tak, že se nastavená topná křivka paralelně posune. (viz. OBR. 3b)

Nakonec obsahuje regulátor ještě volič provozních režimů. Mohou být voleny následující režimy: automatický provoz (provoz podle spínacích hodin), trvalé topení, trvalý útlum a vypnuto s ochranou proti zamrznutí. Ochrana proti zamrznutí spustí automaticky vypnutí kotel v případě, že venkovní teplota klesne pod 5°C. To je výhodné

pokud je dům neobýván. Stává se to např. při prodeji, kdy se čeká na nového majitele a dům je nevyužíván. Pak by se mohlo stát, že s příchodem zimy zamrznou a popraskají rozvody topné vody.

Jako příslušenství za příplatek si lze ještě objednat dálkové ovládání. Na něm je již zmíněný volič provozních režimů a potenciometr umožňující doladit nastavenou teplotu. V našem případě by se využil především přepínač režimů. Investor připouští, že je možné, že se v kanceláři vyjimečně pracuje déle. (např. při poradách a pod.) Regulátor však automaticky podle nastavených hodin přechází v 16 hodin na útlum. Pracovníci v kanceláři musí tedy mít možnost přepnout do stavu trvalé topení. Bylo by tedy vhodné mít toto ovládání na všeobecně přístupném místě. Tím by mohlo být např. vstupní hala 209. (viz výkresová dokumentace DP 4) Další výhodou je, že dálkové ovládání nedovoluje neodbornou manipulací změnit důležité hodnoty jako např. nastavenou topnou křivku.

Druhou částí této varianty je vytápění obchodu plynovým topidlem MORA 734. Toto řešení by vyžadovalo vybudovat plynovou přípojku. Při projektování této přípojky je potřeba dodržet pokyny dané normou ČSN 386441 a ČSN 050710. Projekt podléhá schválení Severočeskou plynárnou a Městským úřadem. Výhodou by bylo to, že obchod bude mít svůj plynoměr a tím i představu kolik se protopilo. To vede uživatele k tomu, aby lépe hospodařili.

Technický popis plynového topidla MORA 734: topidlo je vybaveno piezoelektrickým zapalovačem, škrtícím ventilem na přívodu plynu, který je ovládán kohoutem na vnější straně topidla. Ten má 7 vyznačených poloh a tzv. pohotovostní polohu. Polohami 1-7 lze regulovat výkon topidla v rozmezí asi 50-100%. V pohotovostní poloze zůstává hořet jen zapalovací plamínek. Dále topidlo obsahuje termoelektrickou bezpečnostní pojistku. Ta uzavře přívod plynu v případě zhasnutí plamene.

Nevýhodou této varianty je, že by bylo potřeba vybourat do zdi otvor pro komín a dále, že plynové topidlo vyžaduje údržbu min 1 x za rok.

Předpokládané finanční náklady (ceny I. čtvrtletí 95 bez DPH)

Regulátor Vaillant

1ks

7.500 Kč

Dálkové ovládání	1ks	1.500 Kč
Plyn.přípojka včetně projektu	1ks	6.500 Kč
Termostatické hlavice	19ks	5.400 Kč
Montáž		2.000 Kč max.
Celkem		22.900 Kč

OBR. 3a

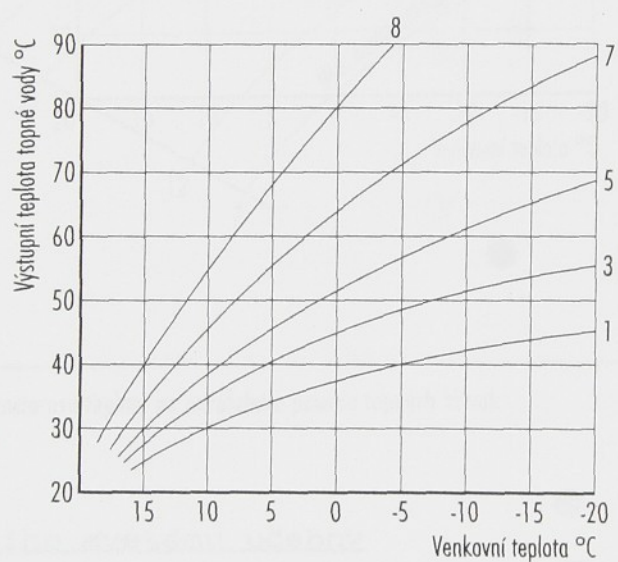
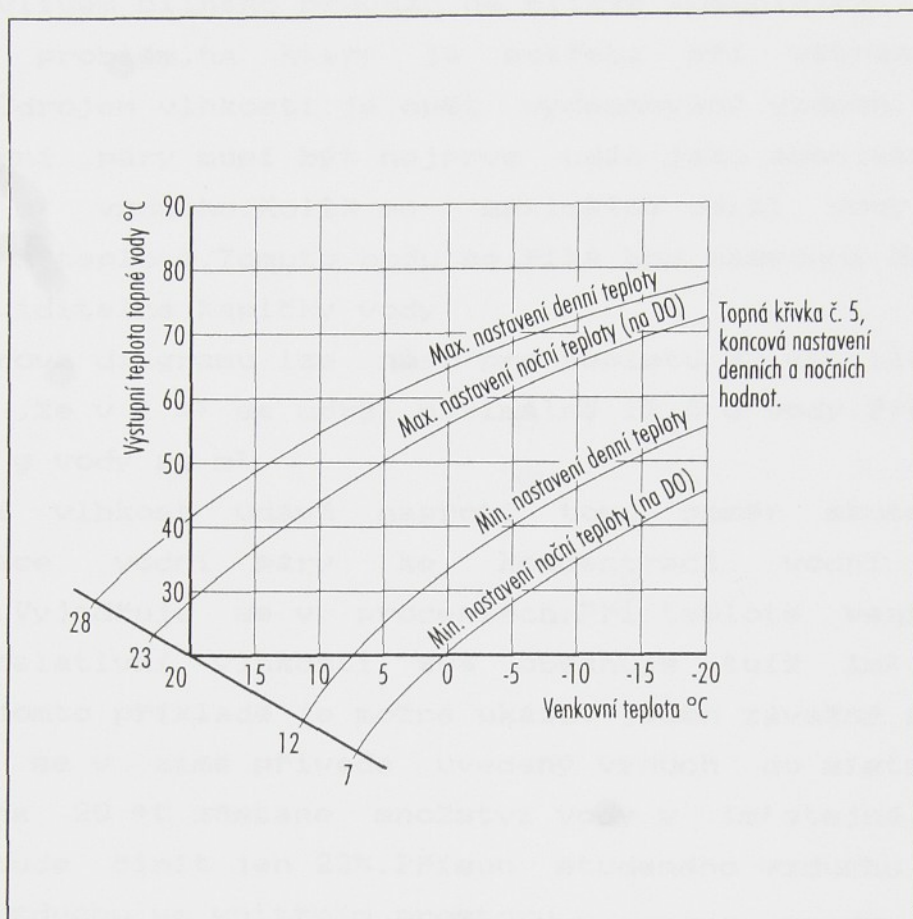


Diagram topných křivek VRC-CT a VRC-CW



Závislost prostorové teploty na paralelním posunu topných křivek

3. Návrh větracího systému učebny

Hygienická hlediska

Učebna, kterou investor bude ještě nejméně 5 let používat bývá často doslova přeplněná. Na ploše 54m² bývá až 40 lidí. To je tedy důvod proč bylo nutné zabývat se problémem konkrétněji.

Pro zdraví a pohodu lidí v učebně je tedy nutné přivést dostatečné množství čerstvého vzduchu.

Nebývá to problém kyslíku, ale jedná se spíše o látky, které vzduch v místnosti znečišťují. V našem případě je to především oxid uhličitý, který je uvolňován dýcháním člověka. Stoupne-li jeho procento nad určitou mez, pak můžeme pocítit únavu nebo hore i nevolnost.

Dále je potřeba počítat s oxidem uhelnatým. Ten přichází z venkovního vzduchu vlivem silného provozu na blízké komunikaci.

Poslední problém, na který je potřeba při větrání pamatovat je vlhkost. Zdrojem vlhkosti je opět vydechovaný vzduch.

Obsah vodní páry musí být nejprve udán jako absolutní vlhkost v g vody na m^3 vzduchu. Kolik se maximálně udrží vody v $1m^3$ je silně závislé na teplotě. Tomuto bodu se říká bod nasycení. Nad tento bod se srážejí viditelné kapičky vody.

Z Mollierova diagramu lze např. pro teplotu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ tlak $0.098 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ spočítat, že v $1 m^3$ se udrží maximálně 17.3 g vody. Pro $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ je to už jen 4.84 g vody na m^3 .

Relativní vlhkost udává naproti tomu poměr skutečně existující koncentrace vodní páry ke koncentraci vodní páry v bodě nasycení. Vyjadřuje se v procentech. Při teplotě venkovního vzduchu 0°C a relativní vlhkosti 80% obsahuje totiž $1m^3$ vzduchu 3.87 g vody. Na tomto příkladě je možné ukázat jeden závažný problém.

Jestliže se v zimě přivede uvedený vzduch do místnosti a tam se zahřeje na $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ zůstane množství vody v $1m^3$ stejné, ale relativní vlhkost bude činit jen 22%. Přísun studeného vzduchu v zimě vede k suššímu vzduchu ve vnitřním prostoru.

Jakou úroveň vlhkosti je tedy nejvhodnější v místnosti udržet a proč?

Podle [1,2] Je-li relativní vlhkost menší než 35% stoupá elektrické nabíjení povrchů a usnadňuje se usazování prachu. Tím se zesiluje dráždění dýchacích cest.

Počínaje 60% relativní vlhkostí se daří domácím roztočům. Optimum je vlhkost 80% a teplota asi $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tito roztoči představují nejsilnější a nejvíce rozšířené alergen vyvolávající onemocnění horních cest dýchacích.

Vysoká relativní vlhkost dále zvyšuje nebezpečí kondenzace vodní páry na površích jednotlivých částí stavby nebo uvnitř stavebních konstrukcí. Na povrchu může docházet k tvorbě plísní.

Pro pohodu, zdraví a stav stavební konstrukce jsou z uvedených důvodů přijatelné hodnoty relativní vlhkosti mezi 35 a 60%. Jelikož tyto problémy jsou větší při vysokých vlhkostech, mělo by se usilovat spíše o hodnoty v dolní polovině tohoto rozsahu.

Na závěr této úvahy ještě zamyšlení jak vysoký musí být přísun čerstvého vzduchu ? Je nesporné, že první hledisko je zdraví lidí. Je ale také potřeba vzít v úvahu, že v zimních měsících musíme vzduch proudící do místnosti ohřívat. To je velice nákladné a proto je tato otázka důležitá. Zahraniční studie a normy některých zemí z ES udávají minimální přísun čerstvého vzduchu v závislosti na znečištění venkovního vzduchu a to především CO_2 . ASHRAE Standard 62-1981 (USA) uvádí pro málo znečištěný vzduch jen $8.5 \text{ m}^3/\text{hod}$ a osobu. Pro silně znečištěný vzduch udávají normy většiny evropských zemí hodnotu $25 \text{ m}^3/\text{hod}$. U nás upravuje množství vzduchu Hygienický předpis č. 46/78. Ten bere úroveň znečištění venkovního vzduchu v úvahu a předepisuje standardně $25 \text{ m}^3/\text{hod}$ a osobu.

Tato norma uvádí termín výměna vzduchu. Ten je také použitý při výpočtu tepelných ztrát. Závisí na velikosti místnosti a počtu lidí v místnosti.

Technické možnosti větrání.

První nejjednodušší způsob je infiltrace. Je to pronikání vzduchu do místnosti netěsnostmi v plášti budovy např. spárami oken a dveří, mezerami ve zdivu apod. Je vyvolána větrem a teplotními rozdíly. Proudění netěsnostmi je tedy závislé na řadě faktorů. Podle směru a síly větru, dále podle rozdílu teplot vně a uvnitř se může proudění měnit velmi silně. Při velké rychlosti větru může být proudění tak silné, že vzniká průvan a při bezvětří nemusí být požadovaný přísun vzduchu ani zajištěn. Navíc moderní plastová okna a dveře jsou velmi těsná. K tomu ale přistupuje ještě stavebně fyzikální nevýhoda. Při proudění směrem ven vniká teplý vzduch s vysokou vlhkostí do stavebního dílu, prochází kolem studených povrchů a na nich kondenzuje voda obsažená ve vzduchu. Ta pak promáčí stavební konstrukci.

Aby se zabránilo škodám tohoto druhu a aby se umožnila výměna vzduchu skutečně přizpůsobená potřebě, musí být plášť budovy co nejtěsnější. Větrat lze pak a) nárazově otevřením oken b) ventilátory řízenými skutečnou potřebou.

a) Nárazová ventilace

Při nárazové ventilaci musí uživatel sám převzít odpovědnost za

pravidelnou výměnu vzduchu v místnosti. Tedy např. každých jeden a půl hodiny otevře okno na 15 min. Je zřejmé, že ke skutečné potřebě bude mít tento systém daleko. Navíc někteří uživatelé často zapomínají vyvětrat a tak se koncentrace vlhkosti zvyšuje. Druhým extrémem je okno trvale pootevřené. Tepelné ztráty pak dosahují vysokých hodnot. V zimě se navíc vzduch, jak již bylo uvedeno, příliš vysušuje, takže v místnosti je trvale nízká rel. vlhkost.

b) Ventilátory řízené skutečnou potřebou.

Tento systém má mnoho výhod. Množství vzduchu není náhodně závislé na kolísáních síly větru a ukázněnosti uživatele. Protože je možné dobře regulovat množství přiváděného vzduchu podle počtu lidí v místnosti neobjeví se žádné zvýšení ztrát tepla větráním oproti předchozím případům. Zlepší se však významně kvalita vzduchu v místnosti a nebude docházet ke kolísání.

Nevýhodou zůstávají vysoké pořizovací náklady. Ty lze od určité velikosti zařízení snižovat použitím rekuperačních jednotek. Do určité velikosti se však tyto zařízení nezaplatí. To kde je tato hranice není jednoduché vypočítat, protože nevíme jak rychle porostou ceny energie. Tuto informaci však investor vyžaduje jako jeden z nejdůležitějších podkladů pro rozhodování.

Popis učebny (návaznost na větrací systém)

Nejprve spočítáme velikost učebny - $8.35\text{m} \times 6.2\text{m} \times 2.5\text{m} = 129.5\text{m}^3$

Jak již bylo v úvodu řečeno je obsazení učebny v krajním případě až 40 lidí. Hygienické minimum vzduchu na osobu $25\text{m}^3/\text{hod}$. Stejnou hodnotu udávají i normy pro ES. (Objekt se nachází v centru města blízko frekventované silnice, kde se předpokládá velmi znečištěný vzduch.)

Potřebné mn. vzduchu je tedy $V = 40 \times 25\text{m}^3 = 1000\text{m}^3/\text{hod} = 0.27\text{m}^3/\text{s}$

Výměna je tedy $n = 1000\text{m}^3 / 129.5\text{m}^3 = 7.72 / \text{hod}$

Tepelná ztráta větráním $Q_v = 1300 V (t_1 - t_e)$

V - Množství přiváděného vzduchu m^3/s

t_1 - Vnitřní teplota

t_e - Výpočtová vnější teplota

$1300\text{ J.m}^{-3}.\text{K}^{-1}$ Měrné teplo vzduchu

$$Q_v = 1300 \times 0.27 \times (20 + 18) = 13338 \text{ W}$$

V konkrétním výpočtu budeme ještě uvažovat vzduch, který se do místnosti dostane infiltrací okny. Ten bude zahrnut do výpočtu tepelných ztrát a ohříván radiátory. Předpokládáme tedy, že tepelná ztráta větráním bude nižší. V tomto prvním přiblížení to však zanedbáme.

Tím jsou zadány technické parametry pro požadované větrací zařízení.

Maximální požadované množství vzduchu	1000 m ³ /hod
---------------------------------------	--------------------------

Maximální výkon ohříváče vzduchu	13338 W
----------------------------------	---------

Dále je požadována nízká hlučnost, protože se jedná o učebnu a možnost regulovat množství vzduchu asi od 250 m³/hod.

Dále musí mít větrací jednotka malé rozměry, aby se vešla do podhledu. (vzhledem ke stavebnímu uspořádání není jinde místo) Omezení je jen na výšku max 600 mm.

Další problém je to, že přímo v učebně je umístěn kotel Vaillant pro vytápění domu. Je to kotel s atmosferickým hořákem. To znamená, že větrací režim musí být rovnotlaký. Tedy ani přetlakový ani podtlakový. Je-li v místnosti přetlak pak např. při otevírání dveří dochází k malé tlakové vlně a ta by mohla zhaset plamen kotle.

Dále je nutné vědět, že jednotka bude používána i v létě, kdy by se dalo za normálních podmínek větrat okny. Je to z toho důvodu, že hluk z ulice při otevřených oknech ruší vyučování.

Poslední problém je záměr investora ukončit provoz učebny do 5 let. Potom bude učebna přestavěna na kanceláře. Investor chce vybudovat novou učebnu na pozemku přiléhajícím k objektu s větší kapacitou. (asi 60 lidí) Větrací zařízení se tedy musí nechat po uplynutí této doby bez finančních ztrát demontovat a použít v novém objektu. Byla by tedy výhodná stavebnicová konstrukce.

Ještě než stanovíme konkrétní možnosti různých firem je potřeba si rozmyslet jak budeme vzduch v zimních měsících ohřívát. Příkon ohříváče ve špičce (učebna je plná a venku je teplota -18 °C) je jak jsme již spočítali 13.3 kW. První možnost by byla ohřívát teplou vodu pomocí plynového kotle. Tu přivést samostatným potrubím do

do výměníku jednotky. Předem můžeme vyloučit ohřev pomocí již instalovaného kotle Vaillant, protože jeho kapacita 24kW stačí pouze na pokrytí tepelných ztrát domu. To by znamenalo instalaci nového kotle, což naráží na mnoho problémů. (plynová přípojka, vložkování komína, najít vhodné místo pro kotel s dostatečnou kubaturou vzduchu a pod.)

Další možnost by bylo použít větrací jednotku, která má již zabudovaný plynový ohřev. Ta vychází rozměrově veliká a nedá se zabudovat do podhledu. Vybudovat strojovnu a následné rozvody by se nevyplatilo.

Posledí možností je elektrický ohřev. SČE povolí v tomto domě ještě max 16 A přípojku. Připojení větší dimenze by se neúměrně prodražilo. 16 A odpovídá příkonu ohříváče max 9.9 kW. Další nevýhodou je vysoká cena za 1kWh (1.10 Kč/kWh).

Obě tyto nevýhody by pomohla řešit rekuperační jednotka. Bylo by dobré, kdyby měla již parametry pro novou učebnu. (60 lidí x 25 m³/hod = 1500 m³/hod). To znamená, že musí mít velice dobrou regulovatelnost. Výhodné by bylo již od 250 m³/hod.

Možnosti řešení:

A. Větrací zařízení od fy. ATREA

Fy. ATREA vyrábí kompaktní jednotku DUPLEX. Ve společné skříni jsou uloženy dva nezávisle ovládané radiální ventilátory s pružně uloženými jednofázovými motory. (Nezávislé plynulé ovládání umožní nastavit rovnotlaký, podtlakový nebo přetlakový režim větrání.)

Dále rekuperační výměník tepla (křížové nebo protiproudé uspořádání) sestavený z tenkostěnných desek z plastických hmot. Dále výsuvné filtry pro přiváděný ale i odváděný vzduch a nakonec odvodňovací žaluzie a by-pass s dálkovým ovládáním. By-pass neboli obtok je pro letní měsíce, kdy není potřeba vzduch v rekuperátoru ohřívát.

Výměna filtrů na straně přiváděného i odváděného vzduchu se předpokládá v závislosti na znečištění procházejícího vzduchu v periodě 2 až 4 měsíce. Potrubí pro odvod kondenzátu má mít průměr alespoň 12 mm.

Skříň je opatřena tepelnou a zvukovou izolací. Čelní otevírací dveře

zajišťují snadný přístup ke všem agregátům i filtrům. Jednotky se vyrábí pro polohu stojatou (na zeď nebo na ocelový rám) nebo pro montáž pod strop. Výhodou je, že výrobce může provést jednotku s netypickým rozmístěním vývodů. To je výhodné máme-li jednotku zabudovat do stísněného prostoru.

K jednotce je potřeba přikoupit samostatný ohříváč. Výrobce nabízí jak teplovodní tak elektrické. Teplovodní s výkony 2.5-45 kW pro vodu 90/70 °C s pracovním tlakem 0.6 MPa. Elektrický v řadě od 1.2 do 25 kW. Tento ohříváč má již zabudován polovodičový regulátor výkonu. Ten pracuje v závislosti na výstupní teplotě vzduchu. Tato teplota se může nastavit pomocí ovládání, které bude popsáno níže. Nastavím-li si tedy např. teplotu výst. vzduchu 20 °C hlídá regulace i při proměnném množství vzduchu výkon ohříváče. (Snížím-li množství vzduchu vzroste teplota a regulátor ubere výkon) Součástí regulátoru je ještě jistič, který vypíná zařízení stoupne-li teplota na výstupu nad 90 °C.

Poslední nutnou součástí rekuperační jednotky jsou ovládací prvky. Začneme těmi nejjednoduššími a nejlacinějšími. Takovými jsou regulátory RV 1 a RT 1. RV 1 je regulátor otáček ventilátorů. Tento typ řídí oba ventilátory současně. (rovnotlaký systém) Je to v podstatě jen krabička s potenciometrem. Rozsah regulace je 50-100%. Stejný je regulátor výstupní teploty RT 1.

Možným rozšířením jsou pak spínací hodiny SH 1, dálkové ovládání by-passu RB 1, čidlo kvality vzduchu RQ 1 s ovládáním RA 1.

Spínací hodiny jsou určeny pro časové řízení provozu ventilátorů. (ve spojení s RV 1 a RT 1). Mohou sepnout 5x denně a pracovat v týdenním režimu.

Dálkové ovládání by-passu RB 1 je jen přepínač zimní letní provoz. Čidlo kvality vzduchu RQ 1 je určeno pro sledování nežádoucích látek ve vzduchu. Čidlo reaguje především na cigaretový kouř, kuchyňské výpary a látky vznikající při zahnívání. Čidlo pak ovládá otáčky ventilátoru v závislosti na koncentraci těchto látek. RA 1 je pak přepínač mezi automatickým provozem pomocí čidla a provozem s regulátory RV 1 a RT 1.

Nejkomfortnější a nejdražší je nakonec elektronické ovládání s mikroprocesorem M3552, M4552. Regulátory mají alfanumerické

zobrazovače 2x16 znaků.M 3552 má zobrazovač ve skříni s elektronikou.M4552 má dálkové ovládání a zobrazovač je integrován do něj.Toto ovládání má všechny uvedené funkce a navíc může ještě ovládat plynový kotel v případě ohřevu vzduchu pomocí teplovodního výměníku.Po připojení termostatů v místnostech řídí ovládání samo výstupní teplotu vzduchu.M 4552 registruje také dobu provozu za určité období.Z této informace lze vypočítat náklady na větrání.Ovládání lze přepnout i na ruční např. v případě poruchy. Pro naši potřebu se z řady velikostí hodí nejbližší jednotka DUPLRX 1600

Technické parametry:

jmenovitý výkon	1600m ³ /hod
rozměry	1100mm x 540mm x 1590 mm,
průměr připojovacích hrdel	315 mm
hmotnost	130 kg
příkon ventilátorů	2 x 250 W
otáčky	900 min ⁻¹
účinnost rekuperace	66% min
hladina ak. výkonu L _v	49 dB
(56 dB při 125 hz ,48 dB při 500 hz,42 dB při 1 khz)	

Přepokládané náklady na zařízení (Cenník k 1.3 1995 bez DPH):

Jednotka DUPLEX 1600	1ks	67.600 Kč
by-pass	1ks	5.400 Kč
El.ohřev vzduchu 9.9kW	1ks	13.100 Kč
Ovládání M4552	1ks	12.780 Kč
Venkovní žaluzie	2ks	3.400 Kč
Klapky	2ks	6.100 Kč
Rozváděcí potrubí		10.000 Kč
Náklady na el. přípojku		7.000 Kč
Stropní výústky	8ks	8.340 Kč
Montáž		15.000 Kč
Tlumiče	4ks	18.000 Kč
Celkem		166.720 Kč

Doddávaný filtr	2ks/měsíc	320 Kč /měsíc
-----------------	-----------	---------------

B.Rekuperační jednotka fy.STAVOKLIMA Frivent

Pro naše účely se hodila nejvíce stavebnice FRIVENT WR 40-16/4. Jejím srdcem je rekuperační ventilátor. Je opět vestavěn do skříně s akustickou a tepelnou izolací. K němu se zapojuje příslušenství od stejného výrobce.

Půjdeme-li z venčí do vnitř začíná příslušenství protidešťovou žaluzií. Pro naši velikost rekuperátoru je obdélníkového tvaru s rozměry 430mm x 380 mm. Výstup vzduchu z dílu žaluzie je kruhový - průměr 315 mm. Protidešťové žaluzie potřebujeme dvě pro vývod a pro přívod.

Pak následuje přechodový dílec do zdi. Má délku 900 mm a z kruhového vstupu/výstupu na venkovní straně upravuje na obdélníkový vstup /výstup na vnitřní straně zdi.

Pak následuje dvojitá vzduchová klapka. (polovina pro venkovní a polovina pro výfukový vzduch) Slouží k zabránění tepelným ztrátám při vypnutém stavu a k ochraně proti mrazu. Klapky jsou ovládány elektricky.

Propojení mezi přechodovým dílem a klapkami je pomocí pružných vložek. Ty zabraňují přenosu vibrací.

Pak následuje rekuperátor s obtokovou jednotkou.

Na výstupu bude namontován filtrační díl. Filtrační vložky jsou délky 360 mm .

Dále zde bude jednotka pro ohřev vzduchu.

Pak jsou opět pružné vložky a následuje rozvodné potrubí a výústky.

Ke stavebnici se dodává elektronické řízení

Technické parametry:

jmenovitý výkon	1600m ³ /hod
rozměry	915mm x 515mm x 615 mm
hmotnost	72 kg
příkon ventilátorů	2 x 350 W
otáčky	1380 min ⁻¹
účinnost rekuperace	68% min
hladina ak. výkonu L _v	56 dB

Přepokládané náklady na zařízení (Cenník k 1.9 1995 bez DPH):

Venkovní žaluzie	2ks	5.400 Kč
Přechodový dílec	1ks	9.472 Kč
Dvojitá vzduchová klapka	1ks	10.360 Kč
Pružné tlumící vložky	4ks	8.484 Kč
Rekuperační ventilátor	1ks	86.327 Kč
Obtok	1ks	48.775 Kč
Filtrace	1ks	13.665 Kč
El.ořivač 9kW	1ks	15.521 Kč
Regulace a ovládání	1ks	31.225 Kč
Digitální spínací hodiny	1ks	3.738 Kč
Rozváděcí potrubí		10.000 Kč
Stropní výústky	5ks	8.340 Kč
El.přípojka		7.000 Kč
Montáž		15.000 Kč
Celkem		273.307 Kč

Náhradní filtr	1ks	581 Kč
----------------	-----	--------

III. Konkrétní řešení.

1. Návrh vhodného typu a tloušťky izolace ,výpočet tepelných ztrát

Nejprve bylo potřeba rozhodnout o vhodném typu izolace. K tomu je třeba uvést okolnosti. Venkovní omítka je v současné době v dezolátním stavu. To znamená, že se bude muset celá venkovní stěna zbavit staré omítky a provést nová. Má-li se provádět nová venk. omítka je výhodná izolace vnější.

Dále bylo potřeba vzít v úvahu architektonické řešení. Architekt chce tvarovat fasádu členitými výstupky a plochami. To znamená vyloučení všech systémů izolací, které mají nízkou nosnost. Vyloučen byl tedy Tempelan od fy. AZTECO. Tato izolace by byla jinak velmi výhodná pro svou nízkou cenu. Další zvyhodnění by bylo i to, že by se nemusela po sejmutí staré omítky provádět vyrovnávací omítka. (Vyrovnání je provedeno pomocí roštu a izolace je do něj nafoukána tak, že zaplní nerovnosti.)

Problematický se jevil i polystyrén vzhledem k poněkud horším difúzním vlastnostem. Venkovní stěna v přízemí je prakticky navázána do žulové skály. (není zde hydroizolace) Nelze tedy vyloučit vztlínání vody ze základů. Dlouhodobým pozorováním bylo zjištěno, že množství vody je malé. Přes to je zde nutné použít systém izolace, který má nízký difúzní odpor a dovolí její průchod ven.

Zbývaly tedy už jen minerální vlna a to buď Častolovická (s přízdívkou) nebo od fy. YTONG. Vzhledem k tomu, že fy. YTONG byla lacinější a navíc systém montáže je mnohem rychlejší a jednodušší bylo rozhodnuto pro předizolované desky YTONG. Tento systém však vyžaduje vyrovnávací omítku.

Investorovi bylo dále doporučeno, aby dohlédl na kvalitu prováděných prací a to zejména na tyto úkony a díly izolace:

a) Voda, která bude stékat po fasádě se nesmí žádnou stavební vadou dostat do konstrukce. Pozor je třeba dát zejména u napojování oken a krovů střechy.

b) Voda stékající po ulici se nesmí dostat do základů.

c) Je třeba vyloučit všechny tepelné mosty.

d) Desky musí být pevně zakotveny ve fasádě.

Určení plochy pro izolaci.

a) Severní stěna (OBR. 3)

Celková plocha	$13 \text{ m} \times 6.9 \text{ m} = 89.7 \text{ m}^2$
Plocha oken $1.6 \text{ m} \times 1.1 \text{ m} = 1.76 \text{ m}^2 \times 7 \text{ oken}$	$= 12.32 \text{ m}^2$
Velké okno	$2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} = 3 \text{ m}^2$
Celkem	$89.7 - 12.32 - 3 = 74.38 \text{ m}^2$

b) Jižní stěna (OBR. 4)

Celková plocha	$3.2 \text{ m} \times 13 \text{ m} = 41.6 \text{ m}^2$
Plocha oken	$1.76 \text{ m}^2 \times 4 \text{ okna} = 7.04 \text{ m}^2$
Dveře	$2.4 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} = 2.88 \text{ m}^2$
Celkem	$41.6 - 7.04 - 2.88 = 31.68 \text{ m}^2$

Vyšrafovaná část je přístavek obchodu.

c) Východní stěna (OBR. 5)

Celková plocha	$(4.3 \text{ m} + 4.1 \text{ m}) \times 6.9 \text{ m} = 57.96 \text{ m}^2$
Plocha oken $1.6 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} = 1.92 \text{ m}^2 \times 4 \text{ okna}$	$= 7.68 \text{ m}^2$
Celkem	$57.96 - 7.68 = 50.28 \text{ m}^2$

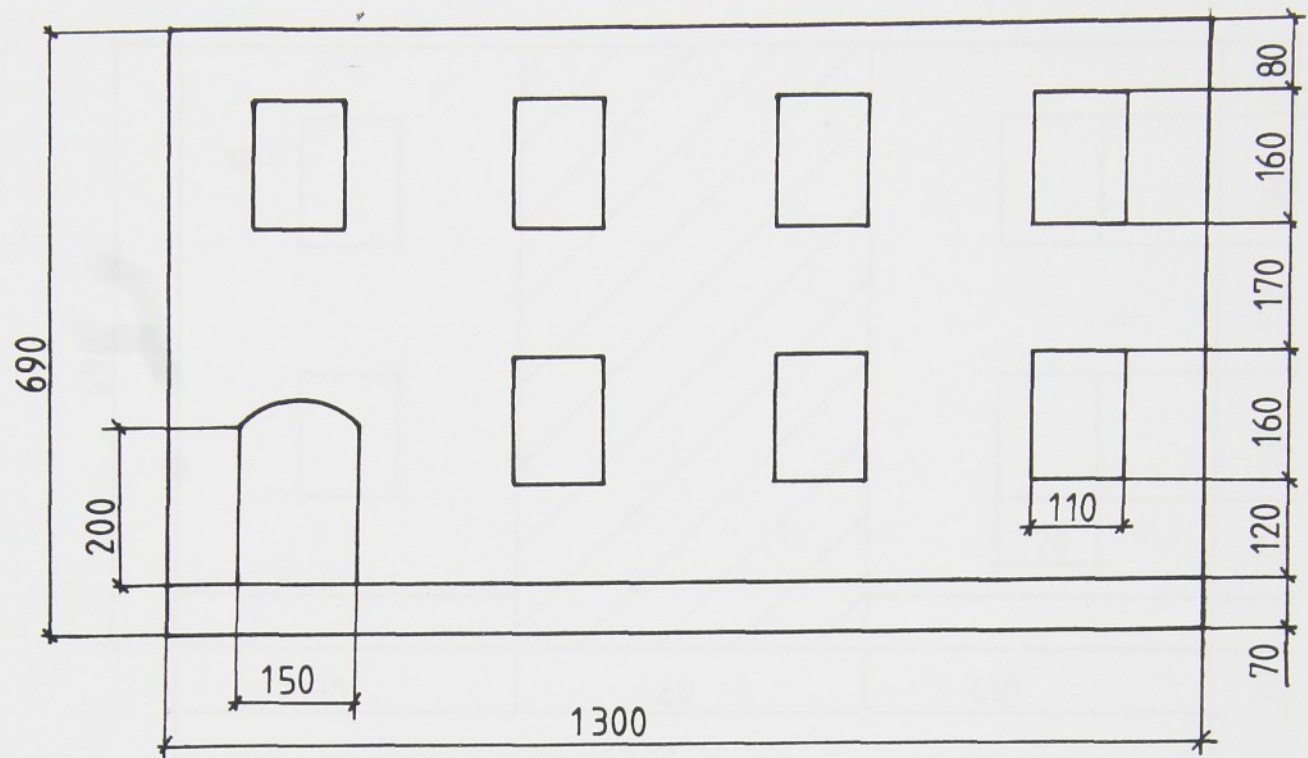
Vyšrafovaná stěna je schodiště. To nebude izolováno ani vytápěno.

d) Západní stěna (OBR. 6)

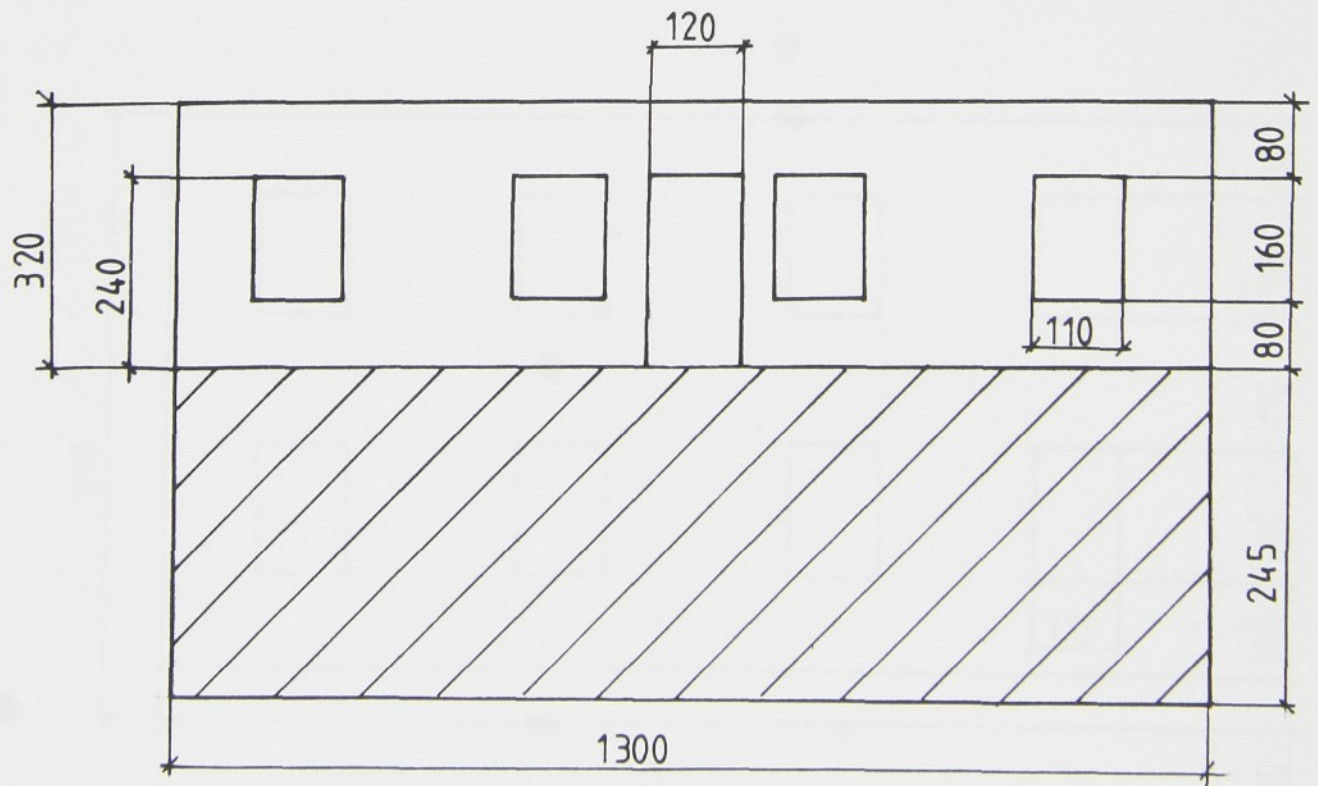
Celková plocha	$13 \text{ m} \times 6.9 \text{ m} = 89.7 \text{ m}^2$
Plocha oken	$1.76 \text{ m}^2 \times 8 \text{ oken} = 14.08 \text{ m}^2$
Celkem	$89.7 - 14.08 = 75.62 \text{ m}^2$

Celková plocha $74.38 + 31.68 + 50.28 + 75.62 = 231.96 \text{ m}^2$

OBR.3



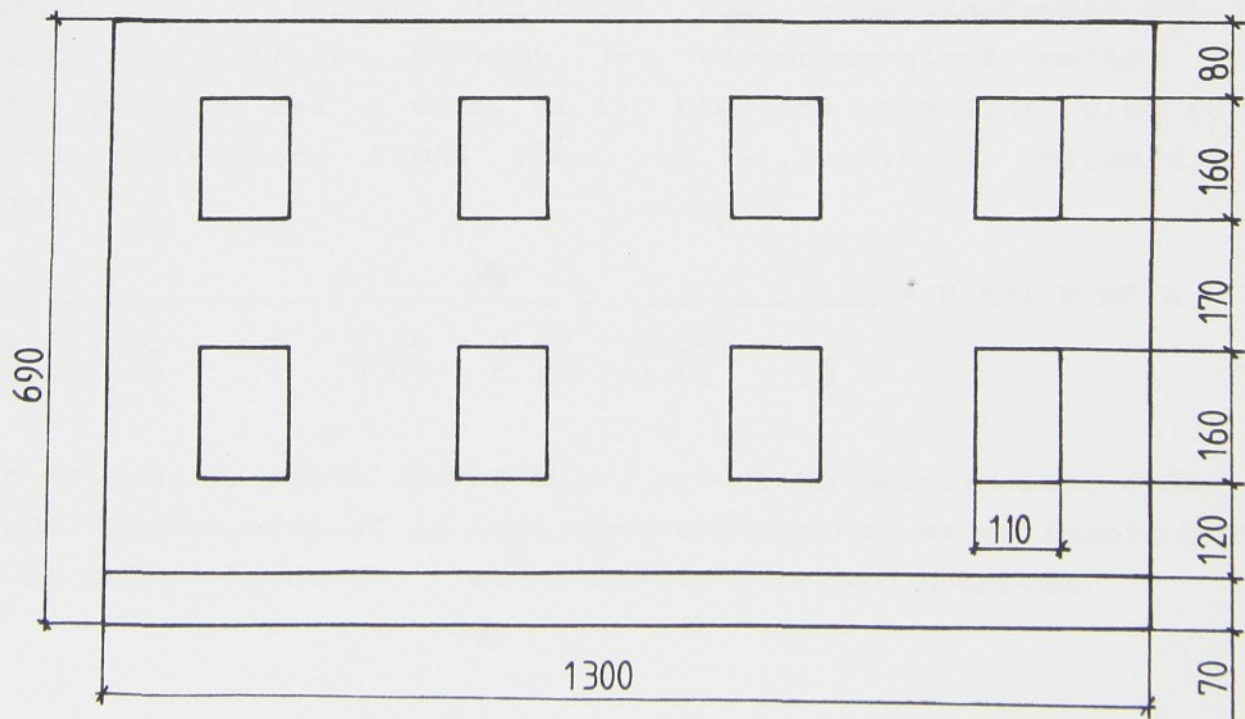
OBR.4



OBR.5



OBR.6



Výpočet tepelných ztrát.

Výpočet tepelných ztrát provádíme podle normy ČSN 060210. Popíšeme nyní způsob, jak norma postupuje. Za příklad vypočítáme tepelnou ztrátu místnosti 106.

Nejprve je nutné vypočítat součinitel prostupu tepla k .

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad (\text{W/m}^2 \cdot \text{K})$$

α_i - Celkový součinitel přestupu tepla na vnitřním povrchu stěny ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$)

α_e - Celkový součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu stěny ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$)

$\sum \frac{s}{\lambda}$ - Tepelný odpor stěny ($\text{m}^2 \cdot \text{W/K}$)

s - Tloušťka jednotlivých vrstev stěny (m)

λ - Měrná tepelná vodivost materiálu jednotlivých vrstev ($\text{W/m} \cdot \text{K}$)

Hodnoty jsou stanoveny v ČSN 730542

$\alpha_e = 23 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ pro vnější povrch

$\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ pro vnitřní povrch

Tepelný odpor s/λ vrstev z různých stavebních materiálů udává norma ČSN 730540-3

Norma ČSN 730540 stanovuje pro novostavby a rekonstrukce hodnotu tepelného odporu venkovní stěny " R " = 2.0 ($k = 0.47$)

Obvodová zeď v přízemí (místnost 106) bude označována S01. Její složení od vnitřního povrchu je: Vápenocementová omítka (3cm, =0.99), Cihelná zeď (60cm, =1.1), Lisovaná minerální vlna (8 cm, =0.09), Perlitobeton YTONG (5cm, =0.19), Perlitová omítka (4.5 cm, =0.13).

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0.03}{0.99} + \frac{0.6}{1.1} + \frac{0.08}{0.09} + \frac{0.05}{0.19} + \frac{0.045}{0.13} + \frac{1}{23}} = 0.431 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Tento případ by platil, kdyby byla provedena hydroizolace stěny od základů. V našem případě je však potřeba počítat se vzlínáním vody a tedy se změnou hodnoty stěny směrem k vyšším hodnotám.

Tuto problematiku popisuje norma ČSN 730540-3 v odstavci 2.3.3.

$$\lambda_p = \lambda_k \cdot (1 + z_1 \cdot z_{2,3} \cdot z_v)$$

λ_p - Výpočtová hodnota součinitele tepelné vodivosti

λ_k - Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro suchý materiál.

z_1 - Součinitel vnitřního prostředí (tab. B1)

$$z_{2,3} = w_{mp} - w_{mk}$$

w_{mp} - Praktická hmotnostní vlhkost materiálu stanovená experimentálně

w_{mk} - Charakteristická hmotnostní vlhkost v procentech stanovená tabulky A1

z_v - Vlhkostní součinitel materiálu stanovený rovněž z tabulky A1

$$\lambda_p = 1.1 \cdot (1 + 1 \cdot 4 \cdot 0,05) = 1,32 \text{ W/m.K}$$

Hodnota w_{mp} byla určena experimentálně na 5% max.

Hodnota k se tedy vlivem vlhkosti změní na:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0.03}{0.99} + \frac{0.6}{1.32} + \frac{0.08}{0.09} + \frac{0.05}{0.19} + \frac{0.045}{0.13} + \frac{1}{23}} = 0.465 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Obdobným postupem vypočítáme i další použité konstrukce SO 2 je obvodová zeď v prvním patře, PDL je podlaha v přízemí, apod. Pro výpočet tepelných ztrát byl použit počítačový program PROTECH 2.0. Příklad výpočtu k je v následujících tabulkách. Program již obsahuje hodnoty pro všechny běžné stavební hmoty, což zrychluje práci. Neobsahuje však korekci na vlhký materiál. Tu je potřeba vypočítat a do programu zadat.

Máme-li takto vypočítanou hodnotu k musíme ještě překontrolovat zda nám v konstrukci nedochází ke kondenzaci vodní páry.

Jak již bylo uvedeno, kondenzace zvyšuje obsah vlhkosti ve stavebních materiálech a zvyšuje tak jejich tepelnou vodivost.

Vodní pára v konstrukci nekondenzuje, jestliže je v každém místě stavební konstrukce částečný tlak nasycené vodní páry p_d větší než částečný tlak vodní páry p_a .

Částečný tlak nasycené vodní páry p_d'' závisí na průběhu teploty v konstrukci. Na obrázku (OBR. 7) jsou nakresleny dva případy řazení stavebních konstrukcí. Na prvním obrázku je případ, kdy na vnější straně konstrukce je vrstva s vysokým difúzním odporem. Pokles částečného tlaku vodní páry je tedy vysoký. Pokles teploty je však v této vrstvě malý a tím i pokles p_d'' . V této vrstvě bude tedy kondenzovat vodní pára. Toto nebezpečí lze odstranit tím, že se vrstva s vysokým difúzním odporem umístí na vnitřní straně konstrukce.

OBR. 7



Program PROTECH 2.0 kontroluje konstrukci automaticky. Příklad průběhů p_d'' a p_d obvodové zdi SO 1 na vzdálenosti x je v následující tabulce.

PRUBEH TEPLITY A ČÁSTEČNEHO TLAKU VODNÍ PÁRY
Lineární delení krok = 5.00 cm

Projektová organizace : VEKTOR - tep. a ventil. technika
Datum : 20.4.1996 Zakazka : POKUS.TDR
Projektant : Stavba :
Zak.cislo : Objekt :

Oznaceni konstrukce : SO1 prizemi

vrstva		vnitřní povrch rozhr.		2	2	2	2	2	2
x	cm	0.00	3.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00
R_x	m ² K/W	0.000	0.030	0.045	0.083	0.121	0.159	0.197	0.235
t_x	°C	17.8	17.3	17.0	16.3	15.7	15.0	14.3	13.6
p''_{dx}	Pa	2036	1968	1935	1855	1777	1703	1631	1562
$R_{dx} \cdot 10E-9$	m/s	0.0	1.6	2.2	3.8	5.4	7.1	8.7	10.3
p_{dx}	Pa	1402	1319	1285	1201	1116	1032	947	862
$p''_{dx} - p_{dx}$	Pa	634	649	650	654	661	671	684	699

vrstva		2	2	2	2	2	2	rozhr.	3
x	cm	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	63.00	65.00
Rx	m ² K/W	0.273	0.311	0.348	0.386	0.424	0.462	0.485	0.707
tx	°C	13.0	12.3	11.6	11.0	10.3	9.6	9.2	5.3
p''dx	Pa	1495	1431	1369	1310	1253	1198	1166	891
Rdx*10E-9	m/s	11.9	13.5	15.1	16.7	18.4	20.0	20.9	21.1
pdx	Pa	778	693	608	524	439	355	304	298
p''dx-pdx	Pa	717	738	761	786	813	843	862	593

vrstva		3	rozhr.	4	rozhr.	5	vnejsi povrch
x	cm	70.00	71.00	75.00	76.00	80.00	80.50
Rx	m ² K/W	1.263	1.374	1.584	1.637	1.945	1.983
tx	°C	-4.5	-6.5	-10.2	-11.1	-16.6	-17.2
p''dx	Pa	419	354	255	235	143	134
Rdx*10E-9	m/s	21.3	21.4	22.8	23.1	24.4	24.6
pdx	Pa	282	279	207	189	121	113
p''dx-pdx	Pa	136	74	48	46	22	21

TEPELNY A DIFUZNÍ ODPOR STAVEBNÍ KONSTRUKCE

Projektová organizace : VEKTOR - tep. a ventil. technika
Datum : 20.4.1996 Archivace : C:\TEPLO\TZ\AKCE\POKUS.
Projektant : Stavba :
Zak.cislo : Objekt :

Oznaceni konstrukce : S01N prizemi neizolovane

te = -18.0C Fie = 84.0% ALFAe = 23.0
ti = 20.0C Fii = 60.0% ALFAi = 8.0

vc	KTC	material	d cm	LAMBDA W/mK	R m ² K/W	tip °C	DELTA s*10E9	Rd m/s*10E-9	pd Pa	H kg/m ²	A Wh/m ² K
1	157	malta vapenocem	3.00	0.990	0.030	14.4	0.019000	1.6	1396.1	56	13
2	517	cihla vlhka	60.00	1.320	0.455	13.0	0.031000	19.4	1302.5	1200	307
3	162	omitka perlit.	2.50	0.130	0.192	-7.4	0.031000	0.8	155.6	11	3

soucet 65.50 0.677 21.7 1266 322

Tepelny odpor R = 0.677 m²K/W Odpor pri prostupu tepla Ro = 0.846 m²K/W
Soucinitel prostupu tepla k = 1.183 W/m²K Difuzni odpor Rd = 21.7E09 m/s
Odpor pri prostupu pary Rdo = 21.9E09 m/s Teplotni utlum (lim.vyp. cl.45) v = 6.8
Hmotnost konstrukce H = 1266 kg/m² Akumulovana energie A = 322 Wh/m²K

V konstrukci nedochazi ke kondenzaci vodnich par

Oznaceni konstrukce : S02N 1.p neizolovane

te = -18.0C Fie = 84.0% ALFAe = 23.0
ti = 20.0C Fii = 60.0% ALFAi = 8.0

vc	KTC	material	d cm	LAMBDA W/mK	R m2K/W	tip C	DELTA s*10E9	Rd m/s*10E-9	pd Pa	H kg/m2	A Wh/m2K
1	157	malta vapenocem	1.50	0.990	0.015	14.1	0.019000	0.8	1393.2	28	6
2	94	plne cihly	40.00	0.940	0.426	13.4	0.031000	12.9	1323.3	760	194
3	162	omitka perlit.	2.50	0.130	0.192	-6.8	0.031000	0.8	180.6	11	3

soucet 44.00 0.633 14.5 799 203

Tepelny odpor R = 0.633 m2K/W Odpor pri prostupu tepla Ro = 0.801 m2K/W
Soucinitel prostupu tepla k = 1.248 W/m2K Difuzni odpor Rd = 14.5E09 m/s
Odpor pri prostupu pary Rdo = 14.6E09 m/s Teplotni utlum (lim.vyp. cl.45) v = 6.4
Hmotnost konstrukce H = 799 kg/m2 Akumulovana energie A = 203 Wh/m2K

V konstrukci nedochazi ke kondenzaci vodnich par

Oznaceni konstrukce : S01 prizemi

te = -18.0C Fie = 84.0% ALFAe = 23.0
ti = 20.0C Fii = 60.0% ALFAi = 8.0

vc	KTC	material	d cm	LAMBDA W/mK	R m2K/W	tip C	DELTA s*10E9	Rd m/s*10E-9	pd Pa	H kg/m2	A Wh/m2K
1	157	malta vapenocem	3.00	0.990	0.030	17.8	0.019000	1.6	1396.8	56	13
2	517	cihla vlhka	60.00	1.320	0.455	17.3	0.031000	19.4	1314.0	1200	307
3	190	desky.min.vlna	8.00	0.090	0.889	9.2	0.171000	0.5	298.6	8	2
4	39	perlitbeton	5.00	0.190	0.263	-6.5	0.029000	1.7	274.0	25	7
5	162	omitka perlit.	4.50	0.130	0.346	-11.1	0.031000	1.5	183.6	20	5

soucet 80.50 1.983 24.6 1308 333

Tepelny odpor R = 1.983 m2K/W Odpor pri prostupu tepla Ro = 2.152 m2K/W
Soucinitel prostupu tepla k = 0.465 W/m2K Difuzni odpor Rd = 24.6E09 m/s
Odpor pri prostupu pary Rdo = 24.7E09 m/s Teplotni utlum (lim.vyp. cl.45) v = 17.2
Hmotnost konstrukce H = 1308 kg/m2 Akumulovana energie A = 333 Wh/m2K

V konstrukci nedochazi ke kondenzaci vodnich par

TEPELNY A DIFUZNÍ ODPOR STAVEBNÍ KONSTRUKCE

Projektová organizace : VEKTOR - tep. a ventil. technika
 Datum : 20.4.1996 Archivace : C:\TEPLO\TZ\AKCE\POKUS
 Projektant : Stavba :
 Zak.cislo : Objekt :

Oznaceni konstrukce : S02 1Patro

te = -18.0C Fie = 84.0% ALFAe = 23.0
 ti = 20.0C Fii = 60.0% ALFAi = 8.0

vc	KTC	material	d cm	LAMBDA W/mK	R m2K/W	tip C	DELTA s*10E9	Rd m/s*10E-9	pd Pa	H kg/m2	A Wh/m2K
1	157	malta vapenocem	2.00	0.990	0.020	17.8	0.019000	1.1	1395.3	37	9
2	94	plne cihly	45.00	0.940	0.479	17.5	0.031000	14.5	1324.8	855	219
3	190	desky.min.vlna	8.00	0.090	0.889	9.1	0.171000	0.5	352.3	8	2
4	39	perlitbeton	5.00	0.190	0.263	-6.5	0.029000	1.7	320.9	25	7
5	162	omitka perlit.	4.50	0.130	0.346	-11.2	0.031000	1.5	205.4	20	5

soucet 64.50 1.997 19.2 944 241

Tepelny odpor R = 1.997 m2K/W Odpor pri prostupu tepla Ro = 2.166 m2K/W
 Soucinitel prostupu tepla k = 0.462 W/m2K Difuzni odpor Rd = 19.2E09 m/s
 Odpor pri prostupu pary Rdo = 19.4E09 m/s Teplotni utlum (lim.vyp. cl.45) v = 17.3
 Hmotnost konstrukce H = 944 kg/m2 Akumulovana energie A = 241 Wh/m2K

V konstrukci nedochazi ke kondenzaci vodnich par

Po vypočítání hodnot k můžeme začít počítat celkovou tepelnou ztrátu místnosti.

Celková tepelná ztráta místnosti $Q_c = Q_p + Q_v$

Tepelná ztráta prostupem stěnami $Q_p = Q_0 \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3)$

p_1 - Přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn

Závisí na k je uvedena v tab. 4

p_2 - Přirážka na urychlení zátopy

p_3 - Přirážka na světovou stranu

Základní tepelná ztráta $Q_0 = \sum k_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_{e,j})$

S_j - Ochlazovaná stěna (m²)

k_j - Součinitel prostupu tepla (W/m².K)

t_i - Výpočtová vnitřní teplota (°C)

$t_{e,j}$ - Výpočtová venkovní teplota, nebo teplota sousední místnosti (°C)

Tepelná ztráta větráním

$$Q_v = 1300 \sum (i \cdot l) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e)$$

1300 J/m.K - Měrné teplo vzduchu

$\sum (i \cdot l)$ - Provzdušnost oken a venkovních dveří

(m.s .mPa)

i - Součinitel provzdušnosti

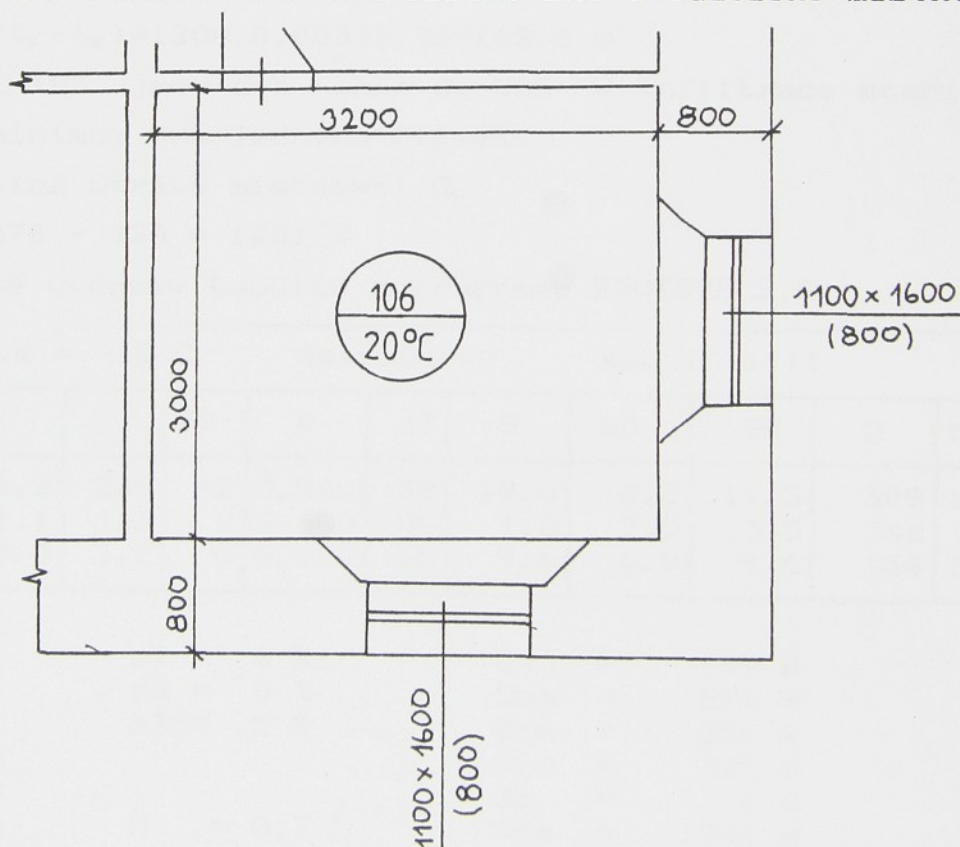
l - Délka spár otvíratelných částí oken a venkovních dveří (m)

B - Charakteristické číslo budovy. Závisí na poloze budovy vzhledem ke krajině a rozlišujeme : chráněná, nechráněná a velmi nepříznivá. Dále rozlišujeme řadové budovy a osaměle stojící budovy. Hodnoty pro konkrétní případ jsou v tabulce 6.

M - Charakteristické číslo místnosti. Závisí na poměru mezi provzdušností oken a vnitřních dveří.

Tepelná ztráta prostupem stěnami.

Abychom se lépe orientovali nakreslíme znovu odděleně místnost 106.



Z předchozích výpočtů již známe hodnoty "k" :SO 1 = 0.47 .Podobně jsme vypočítali podlahu PDL = 0.93 a v katalogu jsme našli k pro použitá zdvojená okna OZ 1 = 2.6

Základní tepelná ztráta Q_o

stěna	x	y	m ²	počet otvorů	plocha otvorů	výsl. plocha	k	t	Q_o (W)
SO1	6.2	2.9	18	2	3.5	14.5	0.47	38	308
OZ1	1.1	1.6	1.8	2	3.5	3.5	2.6	38	348
PDL	3.0	3.2	9.6			9.6	0.93	15	134
									$Q_o=789$ W

Tepelná ztráta prostupem stěnami Q_p

$$Q_p=789 (1+0.06+0+0.05)=876 \text{ W}$$

Hodnoty přírážek p_1 až p_3 je z normy článek 16.

Tepelná ztráta větráním Q_v

Bez ohledu na infiltraci oken je potřeba zajistit hygienické minimum vduchu.V místnosti bude pracovat jeden člověk tj.25 m³/hod. Z toho bude infiltrací

$$V_1 = (i.1).B.M = (5.1,2.10^{-4}).8.0,7=24\text{m}^3/\text{hod}=3.36 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v=1300.V_1.(t_i-t_e)=1300.0,00336.38=162,5 \text{ W}$$

V místnosti 106 jsou dvě okna $Q_v=325$ W.Infiltrace stačí pokrýt hygienické minimum pro jednoho člověka.

Celková tepelná ztráta místnosti Q_c

$$Q_c=Q_p+ Q_v= 876 + 325 = 1201 \text{ W}$$

Nakonec ještě uvedeme tabulku z programu PROTECH 3.0.

$t_i = 20 \text{ C}$ $t_e = -18 \text{ C}$ $\text{deltaB} = 0$ kod : 11111

OK	KTC	x	y	PO	k	dT	S	SO	SR	Q	tip
SO1	0	6.2	2.9	-2	0.560	38	18.0	3.5	14.5	308	17.3
OZ1	0	1.1	1.6	2	2.600	38	1.8	3.5	3.5	348	7.7
PDL	0	3.0	3.2	0	0.930	15	9.6	0.0	9.6	134	17.7

$t_e = -18 \text{ C}$	$p_1 = 6 \%$	$Q_m = 789 \text{ W}$
$t_p = 18.1 \text{ C}$	$p_2 = 0 \%$	$Q_{pm} = 876 \text{ W}$
$t_{iv} = 23.3 \text{ C}$	$p_3 = 5 \%$	$Q_{zm} = 876 \text{ W}$
$n = 0.91 /h$		$Q_{im} = 325 \text{ W}$
$n_k = 0.91 /h$		$Q_z = 0 \text{ W}$
$n_p = 0.00 /h$	$M = 0.7$	$Q_{cm} = 1201 \text{ W}$

Výsledky výpočtů tepelných ztrát pro celou budovu

A. Obvodové zdi izolovány izolací YTONG (8 cm min. vlny)

B = 8 $t_e = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p_2 = 0\%$

c.m.	ucel	cu	ti C	M	tp C	dB	n /h	nk /h	np /h	Vi,p m3/h	V m3/h	p1 %
101	Pokoj	1	20	0.7	18.8		0.27	0.27	0.5	23	0	3
102	Zas. sal	1	20	0.7	19.3		0.00	0.00		0	0	2
103	Kanc.103	1	20	0.7	18.9		0.55	0.55	1.1	24	0	3
104	Kanc.104	1	20	0.7	18.9		0.55	0.55	1.1	24	0	3
105	Kanc.105	1	20	0.7	18.9		0.46	0.46	1.0	26	0	3
106	Kanc.106	1	20	0.7	18.1		0.91	0.91		24	0	6
107	Kanc.107	1	20	0.7	18.6		0.61	0.61	1.5	58	0	4
108	Kanc.108	1	20	0.5	17.9		0.82	0.82	0.8	26	0	6
109	Chodba	1	20	0.7	19.3		0.44	0.44	0.9	44	0	2
201	Kanc.201	1	20	0.7	18.5		0.90	0.90		24	0	5
202	Kanc.202	1	20	0.7	19.1		0.64	0.64		50	0	3
203	Kanc.203	1	20	0.7	18.5		0.95	0.95		24	0	5
204	Kanc.204	1	20	0.7	19.3		0.49	0.49	1.0	24	0	2
205	Kanc.205	1	20	0.7	19.3		0.39	0.39	0.8	24	0	2
206	Kanc.206	1	20	0.7	18.6		0.81	0.81		24	0	5
207	Kanc.207	1	20	0.7	19.4		0.30	0.30	1.0	80	0	2
208	Kuchyn	1	20	0.7	18.5		0.89	0.89		24	0	5
209	Chodba	1	20	0.7	19.4		0.44	0.44	1.0	49	0	2

c.m.	Q m3	Sp m2	Qpm W	Qzm W	Qim W	Qcm W	Qv W	Qvr W	Qcmv W
101	48.5	16.7	777	777	310	1087	0	0	1087
102	73.8	25.4	512	512	0	512	0	0	512
103	23.2	8.0	415	415	326	741	0	0	741
104	23.2	8.0	415	415	326	741	0	0	741
105	27.8	9.6	470	470	356	826	0	0	826
106	27.8	9.6	876	876	325	1201	0	0	1201
107	41.8	14.4	882	882	800	1682	0	0	1682
108	34.2	11.8	1154	1154	359	1513	0	0	1513
109	53.0	18.3	487	487	609	1096	0	0	1096
201	28.7	9.9	718	718	329	1047	0	0	1047
202	84.4	29.1	815	815	686	1501	0	0	1501
203	26.8	9.2	692	692	325	1017	0	0	1017
204	25.8	8.9	315	315	330	645	0	0	645
205	32.4	11.2	340	340	331	671	0	0	671
206	31.3	10.8	760	760	325	1085	0	0	1085
207	86.3	29.8	646	646	1103	1749	0	0	1749
208	28.8	9.9	761	761	329	1090	0	0	1090
209	52.9	18.2	447	447	676	1122	0	0	1122
Σ BUD	750.7	258.9	11482	11482	7844	19327	0	0	19327

Qcm - tepelné ztráty včetně přírůzky p2

Qcmv - tepelné ztráty bez p2, včetně Qv nebo Qvr

Výsledky výpočtů tepelných ztrát pro celou budovu

B. Obvodové zdi bez izolace

B = 8 $t_e = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p_2 = 0\%$

c.m.	ucel	cu	ti C	M	tp C	dB	n /h	nk /h	np /h	Vi,p m3/h	V m3/h	p1 %
101	Pokoj	1	20	0.7	18.3		0.27	0.27	0.5	23	0	5
102	Zas. sal	1	20	0.7	19.3		0.00	0.00		0	0	2
103	Kanc.103	1	20	0.7	18.6		0.55	0.55	1.1	24	0	4
104	Kanc.104	1	20	0.7	18.6		0.55	0.55	1.1	24	0	4
105	Kanc.105	1	20	0.7	18.5		0.46	0.46	1.0	26	0	4
106	Kanc.106	1	20	0.7	17.3		0.91	0.91		24	0	8
107	Kanc.107	1	20	0.7	18.2		0.61	0.61	1.5	58	0	5
108	Kanc.108	1	20	0.5	17.2		0.82	0.82	0.8	26	0	9
109	Chodba	1	20	0.7	19.2		0.44	0.44	0.9	44	0	2
201	Kanc.201	1	20	0.7	17.7		0.90	0.90		24	0	7
202	Kanc.202	1	20	0.7	18.9		0.64	0.64		50	0	3
203	Kanc.203	1	20	0.7	17.6		0.95	0.95		24	0	7
204	Kanc.204	1	20	0.7	18.9		0.49	0.49	1.0	24	0	3
205	Kanc.205	1	20	0.7	18.9		0.39	0.39	0.8	24	0	3
206	Kanc.206	1	20	0.7	17.7		0.81	0.81		24	0	7
207	Kanc.207	1	20	0.7	19.1		0.30	0.30	1.0	80	0	3
208	Kuchyn	1	20	0.7	17.6		0.89	0.89		24	0	7
209	Chodba	1	20	0.7	18.9		0.44	0.44	1.0	49	0	3

c.m.	Q m3	Sp m2	Qpm W	Qzm W	Qim W	Qcm W	Qv W	Qvr W	Qcmv W
101	48.5	16.7	1145	1145	310	1455	0	0	1455
102	73.8	25.4	512	512	0	512	0	0	512
103	23.2	8.0	554	554	326	880	0	0	880
104	23.2	8.0	554	554	326	880	0	0	880
105	27.8	9.6	646	646	356	1002	0	0	1002
106	27.8	9.6	1283	1283	325	1608	0	0	1608
107	41.8	14.4	1177	1177	800	1977	0	0	1977
108	34.2	11.8	1570	1570	359	1929	0	0	1929
109	53.0	18.3	566	566	609	1174	0	0	1174
201	28.7	9.9	1135	1135	329	1463	0	0	1463
202	84.4	29.1	1041	1041	686	1727	0	0	1727
203	26.8	9.2	1097	1097	325	1423	0	0	1423
204	25.8	8.9	478	478	330	808	0	0	808
205	32.4	11.2	535	535	331	865	0	0	865
206	31.3	10.8	1226	1226	325	1552	0	0	1552
207	86.3	29.8	951	951	1103	2054	0	0	2054
208	28.8	9.9	1208	1208	329	1537	0	0	1537
209	52.9	18.2	806	806	676	1482	0	0	1482
Σ BUD	750.7	258.9	16484	16484	7844	24329	0	0	24329

Qcm - tepelné ztráty včetně přírůzky p2

Qcmv - tepelné ztráty bez p2, včetně Qv nebo Qvr

2. Konkrétní řešení soustavy a výpočet dimenzí potrubí

Aby se do každého radiátoru dostalo požadované množství vody a aby na každém ventilu byl dostatečný tlak, musíme správně nadimenzovat průměry potrubí.

Výpočtové veličiny

1 Rozdělení do úseků a očíslování úseků-provedeme do topenářského schématu.

2 Tepelná ztráta místnosti P (W)-dostaneme z výpočtu tepelných ztrát.

3 Průtok vody $Q = m \cdot c \cdot (T_n - T_z)$ (J)

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{m}{t} \cdot c \cdot (T_n - T_z) = \frac{m}{3600} \cdot 4186 \cdot (T_n - T_z) \quad (W)$$

$$m = \frac{P}{1,16 \cdot (T_n - T_z)} \quad (kg/hod)$$

$$c - \text{Měrná tep. kapacita vody } 4186 \quad (J/kg \cdot K)$$

4 Délka úseku l (m)- lze změřit z půdorysů.

5 Dimenze potrubí (mm)- navrhujeme tak, aby rychlosti v potrubí nebyly příliš velké. (do 0,5 m/s)

6 Rychlost proudění v (m/s)- vypočítáváme

$$v = \frac{m}{\rho \cdot s} \quad (m/s)$$

$$s - \text{Průřez potrubí} \quad (m^2)$$

$$\rho - \text{Hustota vody pro } 60^\circ C \text{ } 983 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

7 Tlaková ztráta třením R -pro zadanou rychlost a průměr odečteme z tabulek (Pa/m)

8 $R \cdot l$ (Pa)

9 $\sum \xi$ -Součet součinitelů vřazených odporů-Pro všechny možnosti je lze najít v tabulkách (kolena, ventily, otopná tělesa)

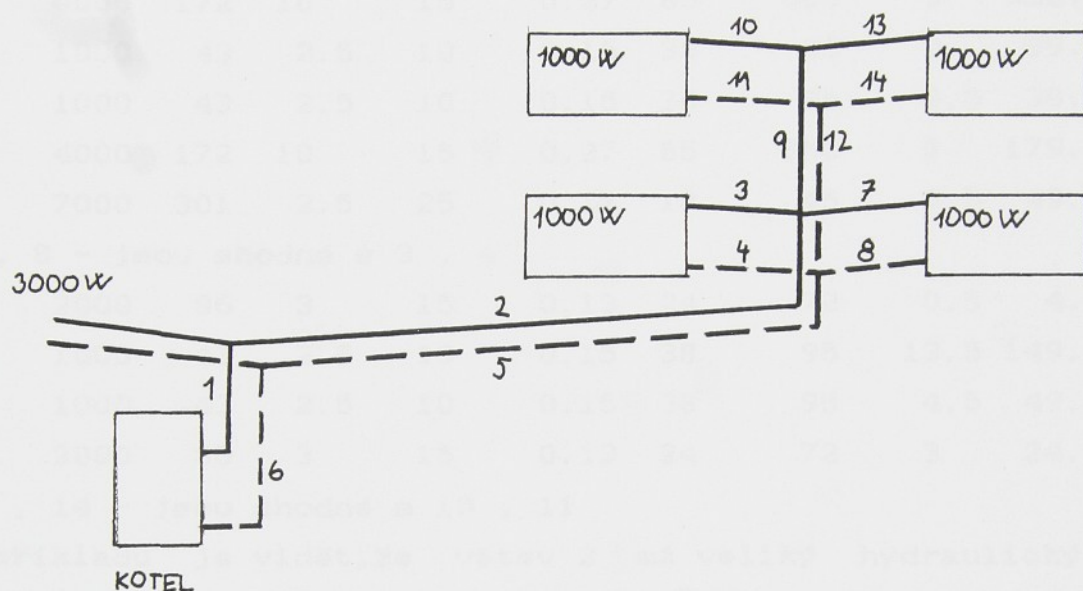
10 Tlaková ztráta vlivem místních odporů Z -vypočítáváme

$$P_z = \xi \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho \quad (Pa)$$

11 $P_u = R \cdot l + P_z$ -výsledný součet (Pa)

Příklad výpočtu:

Na obrázku je nakreslená teplovodní soustava 70/50 a očíslovány jednotlivé úseky.



Vřazené odpory (příklad výpočtu)

úsek 1 kotel	2.5
oblouk JS 25	<u>0.5</u>
	$\xi_1 = 3.0$
2 T-kus, protiproud	3.0
4 kolena JS 15	<u>6.0</u>
	$\xi_2 = 9.0$
3 T-kus odbočka rozdělení	1.5
2 kolena JS 15	3.0
1 oblouk JS 15	2.0
Otopné těleso	<u>2.5</u>
	$\xi_3 = 9.0$

Další úseky jsou spočítány obdobně .Pro další výpočet jsou v následující tabulce ve sloupci 9.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7000	301	1.5	25	0.17	18	27	3	42.6	69.6
2	4000	172	10	15	0.27	85	850	9	322.4	1172.4
3	1000	43	2.5	10	0.15	38	95	9	99.5	194.5
4	1000	43	2.5	10	0.15	38	95	3.5	38.7	133.7
5	4000	172	10	15	0.27	85	850	5	179.1	1029.1
6	7000	301	2.5	25	0.17	18	45	3.5	49.7	94.7
7 , 8 - jsou shodné s 3 , 4										
9	2000	86	3	15	0.13	24	72	0.5	4.1	76.1
10	1000	43	2.5	10	0.15	38	95	13.5	149.2	244.2
11	1000	43	2.5	10	0.15	38	95	4.5	49.7	144.7
12	2000	86	3	15	0.13	24	72	3	24.9	96.9
13 , 14 - jsou shodné s 10 , 11										

Z příkladu je vidět, že větev 2 má veliký hydraulický odpor. Je to způsobeno malým průřezem a tím vysokou rychlostí v potrubí. Pokud by nestačil výkon čerpadla , lze tuto dimenzi zvětšit na 20.

Při výpočtu velikosti čerpadla vycházíme z nejdelší větve od zdroje. Ta má největší tlakovou ztrátu. V našem příkladu je to větev 1-2-9-10-11-12-5-6. Celková tlaková ztráta je tedy:

$$69.6 + 1172.4 + 76.1 + 244.2 + 144.7 + 96.9 + 1029.1 + 94.7 = 2926.9 \text{ Pa}$$

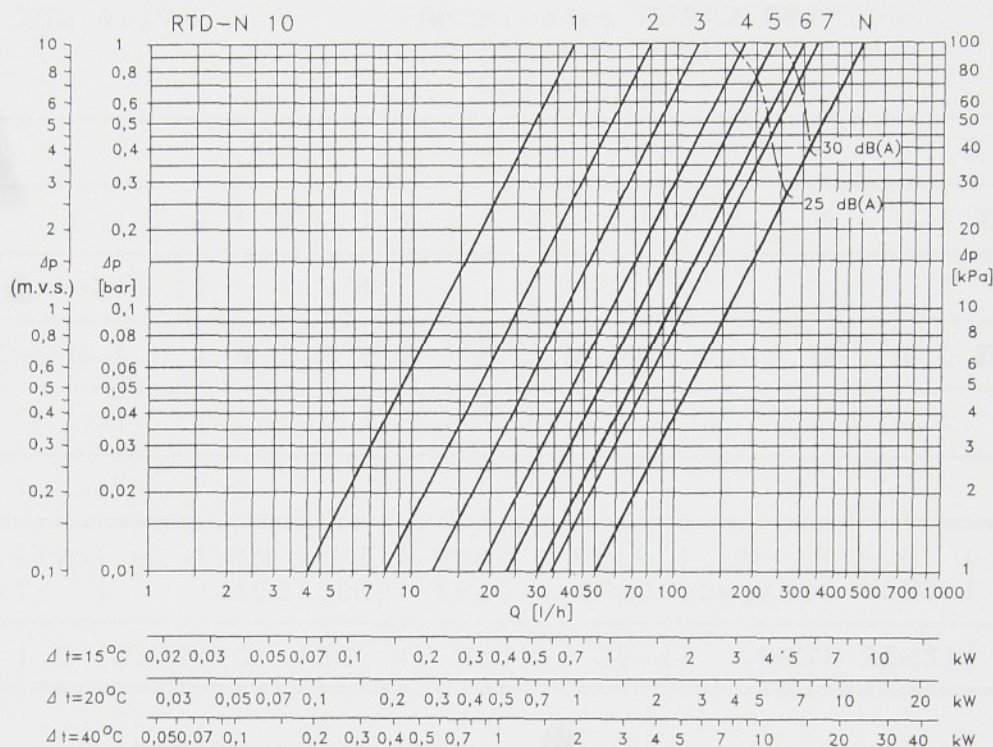
Na konci této větve je termostatický ventil DANFOSS. Ten má možnost předregulace škrtícího tlaku. (viz. OBR. 8) Chtěli bychom, aby předregulace na ventilu byla zhruba uprostřed. Je to z toho důvodu, že zde ventil pracuje v opt. části charakteristiky a také proto, že kdyby došlo k nějakým změnám v potr. síti, lze ještě ventil bohatě regulovat směrem nahoru i dolů. Nastavením ventilu na stupeň 5 a při průtoku 43l/hod má podle grafu ventil tlakovou ztrátu 3kPa.

To znamená, že čerpadlo musí překonat $2926.9 + 3000 = 5926.9 \text{ Pa}$.

Nyní spočteme nastavení na ventilu ve větvi 3. Tlaková ztráta této větve je 1-2-3-4-5-6 = 2693 Pa

Vstupní tlak čerpadla je 5926.9 Pa a v místě ventilu tedy bude $5926.9 - 2693 = 3233.9 \text{ Pa}$.

Z grafu pro průtok 43l/hod vyjde pro 3240 Pa přednastavení 4.



Návrh a konkrétní výpočet pro naši budovu.

Bylo rozhodnuto pro variantu jednoho rozvodu s regulací Vaillat.

Schema rozvodu popisují výkresy DP 3, DP 4, DP 5. Výkres DP 6 je axonometrické schema, které je výhodné pro počítačové zpracování.

Byl použit program PROTECH 3.0. Tento program v podstatě postupuje stejně jako v našem příkladu výpočtu. Navíc ještě uvažuje podíl samotížného tlaku. (v programu je označován P_s) Sloupeček DT pak ukazuje dispoziční tlak v jednotlivých místech. Příjemné je také to, že lze zadat požadovaný tlak na konci větve. To je výhodné pokud na konci větve je např. vzduchotechnická jednotka. Ta má od výrobce změřenou tlakovou ztrátu. (v programu je označena P_p)

Graf tlakových ztrát ventilů program již obsahuje, takže výsledkem je již nastavení ventilu. (v programu označen N_p) Výsledky počítačového zpracování jsou přehledné a omezují chyby, které mohou u komplikovaných soustav vznikat při nekonečném sčítání a násobení jednotlivých veličin.

DIMENZOVANÍ POTRUBÍ

Firma : VEKTOR - tep. a ventil. technika
 Datum : 25. 4. 1996 Archivace: FARA2.DP1
 Projektant: Stavba: FARA2
 Zak. číslo: Objekt:

Cislo podlazi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vyska [m]	-6	-3	1												
Cislo podlazi	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Vyska [m]															

```

=====
|C|OV|Typ|u|TN|TZ|Ppoc|Pmin|M|Q|DT|
| | | | | [C] | [C] | [Pa] | [Pa] | [kg/h] | [W] | [Pa] |
|-----|
|111|D|10.70|70|50|5500|3991|983|22831|
=====
    
```

VĚTEV: 1

System: symetricky

Podíl samotize: 0.70

TN = 70 [C] TZ = 50 [C] M = 983 [kg/h] Q = 22831 [W]

11	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
IS	usek	PC	ICP	Q	L	DN	M	w	suma	DT	V	Xp	popis	DTv	Np	Np	RS	DTs	NRs	Iz
z	do	TSV		[W]	[m]		kg/h	m/s	VR	Pa		K		Pa		150%		Pa		[c.]
11	13	105	1	780	3	10	34	0.08	8	2679	B2		OV rada A		3.8					
12	13	106	1	590	3	10	25	0.06	7.5	2696	B2		OV rada A		2.5					
13	15				6	15	59	0.08	6											
14	15	205	2	671	3	10	29	0.07	18	3011	B2		OV rada A		2.8					
15	12				12	15	88	0.12	3											
16	18	107	1	975	3	10	42	0.10	7.5	2890	B2		OV rada A		4.6					
17	18	106	1	590	3	10	25	0.06	8	2935	B2		OV rada A		2.4					
18	12				6	15	67	0.09	4.5											
19	11	206	2	1085	3	10	47	0.11	12	3133	B2		OV rada A		5.0					
110	11	207	2	755	3	10	32	0.08	11.5	3205	B2		OV rada A		3.0					
111	12				3	15	79	0.11	4.5											
112	20				10	20	234	0.18	2											
113	15	108	1	1455	5	15	63	0.09	13.5	2992	B2		OV rada A		7.2					
114	15	107	1	975	1	10	42	0.10	7.5	3037	B2		OV rada A		4.5					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
S	usek	PC	CP	Q	L	DN	M	w	suma	DT	V	Xp	popis	DTv	Np	Np	RS	DTs	NRs	Iz
z	do	TSV		[W]	[m]		kg/h	m/s	VR	Pa		K		Pa		150%		Pa		c.
115	119				6	15	104	0.15	6											
116	118	208	2	1090	5	10	47	0.11	12	3301	B2		10V rada A		4.8					
117	118	207	2	975	1	10	42	0.10	11.5	3394	B2		10V rada A		4.2					
118	119				4	15	89	0.12	7											
119	120				1	20	193	0.15	2.5											
120	142				10	25	427	0.21	7											
121	123	209	2	1284	6	10	55	0.13	11	1757	B2		10V rada A		8.4					
122	123	109	1	1186	7	10	51	0.12	11	1509	B2		10V rada A		8.4					
123	126				6	15	106	0.15	1											
124	126	101	1	1302	7	15	56	0.08	13	1847	B2		10V rada A		8.3					
125	126	201	2	1047	2	10	45	0.11	10.5	2124	B2		10V rada A		6.0					
126	128				12	20	207	0.16	2											
127	128	202	2	815	2	10	35	0.08	11.5	2451	B2		10V rada A		4.1					
128	130				2	20	242	0.19	3											
129	130	110	1	1601	15	15	69	0.10	10	2111	B2		10V rada A		9.8					
130	141				3	20	311	0.24	6											
131	133	103	1	789	3	10	34	0.08	7.5	1632	B2		10V rada A		5.0					
132	133	104	1	789	3	10	34	0.08	8	1630	B2		10V rada A		5.0					
133	137				6	15	68	0.09	6											
134	136	203	2	1017	3	10	44	0.10	11.5	1868	B2		10V rada A		6.3					
135	136	204	2	645	3	10	28	0.07	12	1929	B2		10V rada A		3.6					
136	137				4	15	71	0.10	6											
137	140				12	15	139	0.19	3											
138	140	102	1	1600	7	15	69	0.10	17	2234	B2		10V rada A		9.4					
139	140	202	2	815	2	10	35	0.08	13.5	2615	B2		10V rada A		4.0					
140	141				5	20	243	0.19	6											
141	142				20	25	554	0.27	7											
142	1k				3	25	982	0.48	10											

Nastavení regulačních prvku provedeno pro tlak na začátku větve : 5500 [Pa]

Seznam trubek

DN	D/t	delka	objem	plocha	cena
	mm/mm	m	dm3	m2	Kc
110	17.1	59.0	7.13	3.168	0.0
115	21.4	99.0	20.16	6.653	0.0
120	26.9	33.0	12.09	2.789	0.0
125	33.7	33.0	19.18	3.495	0.0

Součet: 58.6 16.10

Seznam ventilů

KC	Typ	popis	pocet	DN-PR	cena
					Kc
B2	10V rada ADV	TH pro2K	19	110	0.00
B2	10V rada ADV	TH pro2K	4	115	0.00

Celkem korun: 0.00

Podpis projektanta: _____

Návrh radiátorů

Investor chtěl využít pokud možno stávající radiátory. Jednalo se o litinové radiátory ze Železáren a drátoven bohumín typu KALOR. Tím, že dojde k zaizolování domu stala by se tělesa předimenzovaná. Jedna možnost je odšroubovat příslušný počet článků každého tělesa. To je velmi pracné a může se stát, že některý radiátor nepůjde vůbec povolit. Navíc první zimu 95/96 musí zařízení sloužit ještě bez izolace domu, protože ta bude provedena až v létě 96.

Jako nejlepší řešení se jevílo přejít ze systému 90/70 na systém 70/50. Podívejme se na příkladu místnosti 106 jak celá věc funguje.

Z tabulek výpočtů tepelných ztrát vidíme, že pro neizolovaný dům má místnost 106 ztrátu 1608 W. V místnosti je 18 článků 500/160. Z katalogu výrobce čteme, že pro okolní teplotu 20°C má 18 článků tohoto typu při spádu 90/70 1617 W. Při stejných podmínkách, ale spádu 70/50 má radiátor výkon 1256 W. To odpovídá ztrátě místnosti 106 v zaizolovaném domě. Obdobné je to i s dalšími místnostmi.

Až do zaizolování domu bude tedy systém provozován na teplotách 90/70 a po zaizolování se přejde na 70/50. Tento přechod nebude nijak obtížný, protože ekvitermní regulátor Vaillant tuto změnu umožní pouhou změnou otopné křivky. To se provede pomocí potenciometru na regulátoru.

Návrh expanzní nádoby

Program PROTECH 3.0 vypočítává při výpočtu rozvodů i objem soustavy. Náš rozvod má objem $V_R = 260$ l. Velikost tlakové expanzní nádoby V_e se stanoví ze vztahu

$$V_e = 1,3 \cdot V_R \cdot v \cdot \frac{A}{A - p_1}$$

v - zvětšení měrného objemu vody podle teploty ohřátí.

(pro 90°C je z tabulek $v = 0,035$)

A - nejvyšší tlak na který je dimenzována tlaková nádoba.

(ČKD Dukla expanzomat $A = 350$ kPa)

p_1 - statický tlak v otopné soustavě (250 kPa)

$$V_e = 1,3 \cdot 260 \cdot 0,035 \cdot 3,5 = 41,4 \text{ l} \quad \text{Volíme } 50 \text{ l.}$$

3. Konkrétní řešení větracího systému

Bylo rozhodnuto pro větrací jednotku s rekuperátorem od fy. ATREA. Důvody, které vedly k tomuto rozhodnutí:

Jednotka má malé rozměry a lze ji zabudovat do podhledu. (viz. výkres DP 8)

Všechny díly, které jsou použité bude možné využít v budoucí nové učebně.

Jednotka má nízkou hlučnost.

Nižší cena oproti druhé možnosti.

Snažší servis (jednotka se vyrábí v Jablonci n. N)

Jednotka je již projektována pro novou učebnu a má výkon téměř dvojnásobný. To je ovšem za cenu horší regulovatelnosti. (od 500 m³/hod) Výhodnější by bylo již od 250 m³/hod. (10 lidí)

Uvažovalo se rovněž o koupi dvou polovičních jednotek. Tato varianta by však byla neúměrně dražší.

Na závěr je potřeba se ještě zmínit o výústkách. Rekuperační jednotka vyfukuje vzduch do podhledu v místech označených ve výkresu DP 8. Z podhledu je vzduch vyfukován 4 výústkami do místnosti. Bylo potřeba zajistit, aby rychlost na výústce nebyla větší než 1 m/s. Jinak by byl pod výústkou nepříjemný průvan.

Výpočet plochy výústky S

$$S = V / c \quad (\text{m}^3)$$

V - množství vháněného vzduchu (m³/s)

c - nejvýše povolená rychlost (m /s)

$$S = 0,27 / 1 = 0,27 \text{ m}^3$$

Musíme počítat, že jen 50% jsou otvory v perforované mřížce.

$$S_{\text{skut.}} = S \cdot 2 = 0,5 \text{ m}^3$$

To odpovídá dvěma mřížkám 0,5 x 0,5 m

Snížíme-li ještě rychlost ve výústce na 0,5 m/s pak budeme potřebovat 4 ks výústek 0,5 x 0,5 m. Ty umístíme do všech rohů aby docházelo k dobrému provětrání místnosti. Sání je uprostřed místnosti.

IV. Ekonomická hlediska - zhodnocení

Ekonomická hlediska celého projektu rozdělíme do 3 odstavců.

A. Náklady na rekonstrukci otopné soustavy, na větrací systém a zaizolování domu.

B. Náklady na provoz topení.

C. Vyčíslení úspor vlivem tepelné izolace a předpokládaná návratnost.

A. Náklady na rekonstrukci otopné soustavy, na větrací systém a zaizolování domu.

Náklady na rek. otopné soustavy.

Nové ventily včetně hlavic	22 ks	7.400 Kč
Napouštěcí ventily	10 ks	1.560 Kč
Uzavírací ventily	2 ks	360 Kč
Ovzdušňovací ventily	11 ks	550 Kč
Pojistný ventil	1 ks	365 Kč
Šroubení	22 ks	660 Kč
Expanzní nádoba	1 ks	670 Kč
Filtr	1 ks	440 Kč
Trubky	120 m	3.600 Kč
Izolace trubek	80 m	1.800 Kč
Regulátor Vaillant s montáží	1 ks	7.800 Kč
Plynová přípojka včetně projektu, montáže a seřízení topidla Mora		6.500 Kč

Celkem		25.205 Kč
	+ DPH 22%	30.750 Kč

Práce topenáře (11 dní)	11.000 Kč
Projekt	3.000 Kč

Celkem	14.000 Kč
+ DPH 5%	14.700 Kč

Náklady na větrací systém

Materiál celkem (viz.rozpočet fy.ATREA)	151.720 Kč
+ DPH 22%	185.098 Kč
Montáž	15.000 Kč
Projekt	8.000 Kč

Celkem	23.000 Kč
+ DPH 5%	24.150 Kč

Náklady na tepelnou izolaci

V základní nabídce 600 Kč/m² je tloušťka min.vlny jen 4 cm.Abychom dodrželi R=2 podle ČSN 730540 musíme podle výše uvedeného výpočtu volit tloušťku 8 cm.Cena bude 1000 Kč/m².

$$232 \text{ m}^2 \cdot 1000 \text{ Kč/m}^2 = 232.000 \text{ Kč}$$

$$+ \text{DPH } 5\% \quad 243.600 \text{ Kč}$$

Do ceny nezahrnujeme cenu omítky.

Náklady včetně DPH celkem:

Rozvody	45.450 Kč
Vzduchotechnika	209.248 Kč
Izolace	243.600 Kč
Celkem	498.298 Kč

B.Náklady na provoz topení

Roční spotřeba tepla E_r se vypočítá podle vztahu

$$E_r = 3,6 \cdot T \cdot Q_c \cdot \frac{d \cdot (t_i - t_{ep})}{t_i - t_e} \quad (\text{MJ/rok})$$

Q_c - tepelná ztráta (kW)

T - počet hodin za den

d - počet dnů kdy je nutné topit za rok

t_i - výpočtová vnitřní teplota (C°)

t_e - výpočtová venkovní teplota (C°)

t_{ep} - průměrná venk. teplota v topném období (C°)

Hodnoty udává norma ČSN 060210

Dále vypočítáme ze známé účinnosti η a výhřevnosti paliva H_u roční spotřebu paliva $B_r = \frac{E_r}{\eta \cdot H_u}$ (m³)

Roční spotřeba paliva pro izolovanou a neizolovanou budovu je v tabulce na následující straně.

Cena za m³ zemního plynu je 2.15 Kč/m

Roční náklady na vytápění izolovaného domu	- 7157 Kč/rok
neizolovaného domu	- 9010 Kč/rok
rozdíl	- 1853 Kč/rok

C. Vyčíslení úspor vlivem tepelné izolace a předpokládaná návratnost. Náklady na izolaci jsou 243.600 Kč. Životnost izolace je min. 30 let. Aby se nám izolace vyplatila při stávajících cenách paliv muselo by se ročně ušetřit 8120 Kč. Víme však, že cena energie poroste. Aby se nám izolace zaplatila musela by průměrná cena m³ zemního plynu za 30 let být 10 Kč.

Každopádně je návratnost velmi nízká. Zde by pomohla státní dotace jako je tomu např. v některých zemích ES.

ROČNÍ SPOTREBA ENERGIE A PALIVA NA VYTÁPENÍ

Firma : 2740 VEKTOR - tep. a ventil. technika
Datum : 20.09.1995 Zakázka : FARA-JB
Projektant : Fors Stavba : Fara-JB
Zak.císlo : 1 Místo : B.Nemcove

B = 8 te = -18C

tepelne ztraty	Q	= 19327 W
prum.teplota vnitr.vzduchu	tv	= 20.0 C
pocet topnych dnu	d	= 241
prum.teplota v top.obdobi	tzp	= 3.1 C
vliv automatiky	a	= 1.00
denni doba vytapeni	Tv	= 9 h
doba tlumeneho vytapeni	Tt	= 15 h
soucinitel hmotn.konstrukce	f	= 0.30
ucinnost otopneho systemu	us	= 90 %
vyhrevnost paliva	Hp	= 33.6 MJ/m3(kg)
druh paliva		ZEMNI PLYN

Roní energie na vytápni	Er	= 27.965 MWh
Roní spotreba paliva	Br	= 3329 m3(kg)
Hodinová spotreba paliva	Bh	= 2 m3(kg)/h

ROČNÍ SPOTREBA ENERGIE A PALIVA NA VYTÁPENÍ

Firma : 2740 VEKTOR - tep. a ventil. technika
Datum : 20.09.1995 Zakázka : FARA-JB
Projektant : Fors Stavba : Fara-JB
Zak.císlo : 1 Místo : B.Nemcove

B = 8 te = -18C

tepelne ztraty	Q	= 24329 W
prum.teplota vnitr.vzduchu	tv	= 20.0 C
pocet topnych dnu	d	= 241
prum.teplota v top.obdobi	tzp	= 3.1 C
vliv automatiky	a	= 1.00
denni doba vytapeni	Tv	= 12 h
doba tlumeneho vytapeni	Tt	= 12 h
soucinitel hmotn.konstrukce	f	= 0.30
ucinnost otopneho systemu	us	= 90 %
vyhrevnost paliva	Hp	= 40.0 MJ/m3(kg)
druh paliva		ZEMNI PLYN

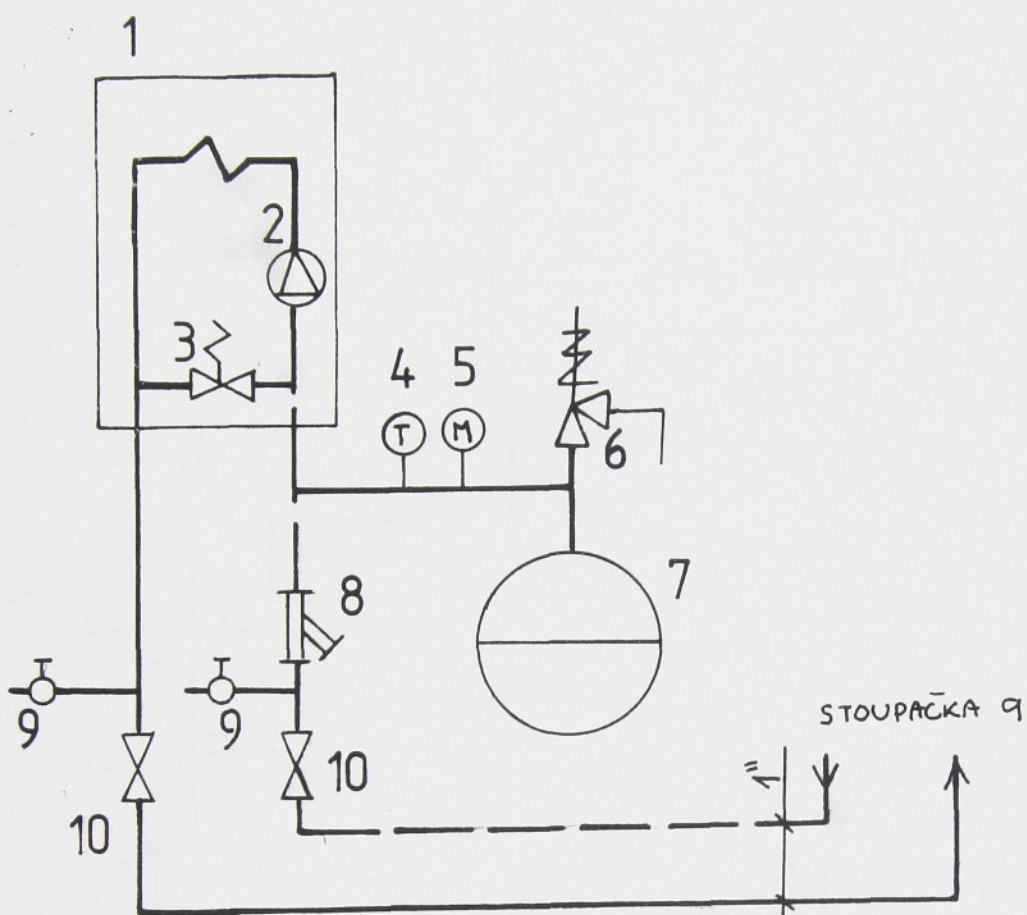
Roní energie na vytápni	Er	= 40.679 MWh
Roní spotreba paliva	Br	= 4068 m3(kg)
Hodinová spotreba paliva	Bh	= 2 m3(kg)/h

SEZNAM LITERATURY

- /1/ Cihelka, J. : Vytápění a větrání , Praha SNTL, 1969
- /2/ Chyský, J. : Větrání a klimatizace , Praha SNTL, 1973
- /3/ Mrázek, K. : Moderní vytápění rodinných domů , Praha SNTL, 1989
- /4/ Feist, W. : Nízkoenergetický dům , Ostrava HEL, 1994
- /5/ Rochla, M. : Stavební tabulky , Praha SNTL, 1981
- /6/ ČSN 060210 , : Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění
- /7/ ČSN 730540 , : Tepelná ochrana budov
- /8/ Vaillant s.r.o SRN , : Projektové podklady
- /9/ Danfoss s.r.o Dánsko , : Projektové podklady
- /10/ Atrea s.r.o ČR , : Projektové podklady

OBSAH

Předmluva	1
Zadání diplomové práce	2
I. Rozbor stávajícího stavu zvolené budovy	3
Podmínky a požadavky investora	3
Rozbor problému	4
II. Současné možnosti řešení	5
Návrh vhodného typu izolace	5
Návrh otopné soustavy a její regulace	10
Návrh větracího systému učebny	15
III. Konkrétní řešení	25
Návrh vhodného typu a tloušťky izolace, tepelné ztráty	25
Konkrétní řešení soustavy a výpočet dimenzí potrubí	39
Návrh radiátorů	45
Návrh expanzní nádoby	45
Konkrétní řešení větracího systému	46
IV. Ekonomická hlediska - zhodnocení	47
Seznam literatury	51



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí Doc. Ing. J. OLEHLA, CSc.

Konzultant Ing. P. Müller

Měřítko není

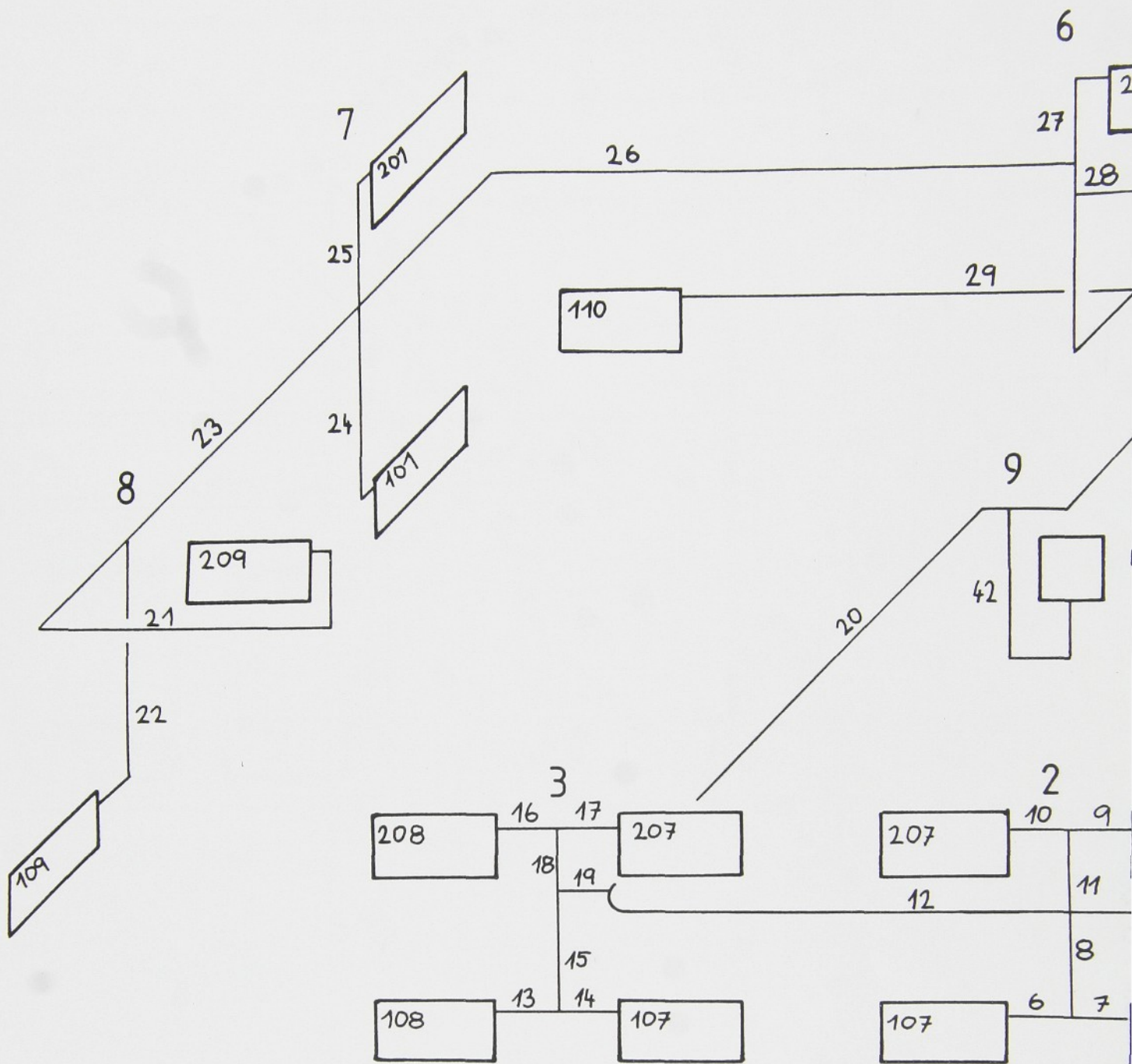
Datum 30.4 1996

Číslo výkresu DP 6

Vypracoval J. Porš

Název
Schema kotelný

Počet listů 2 List 1



5

202

39

40

38

102

203

4

34

35

36

103

33

31

32

204

104

205

1

4

3

5

1

2

106

5

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí Doc.Ing. J. OLEHLA, CSc.

Konzultant

Ing. P.Müller

Měřítko není

Datum

30.4 1996

Číslo výkresu DP 7

Vypracoval

J.Porš

Název Axonometrické schema

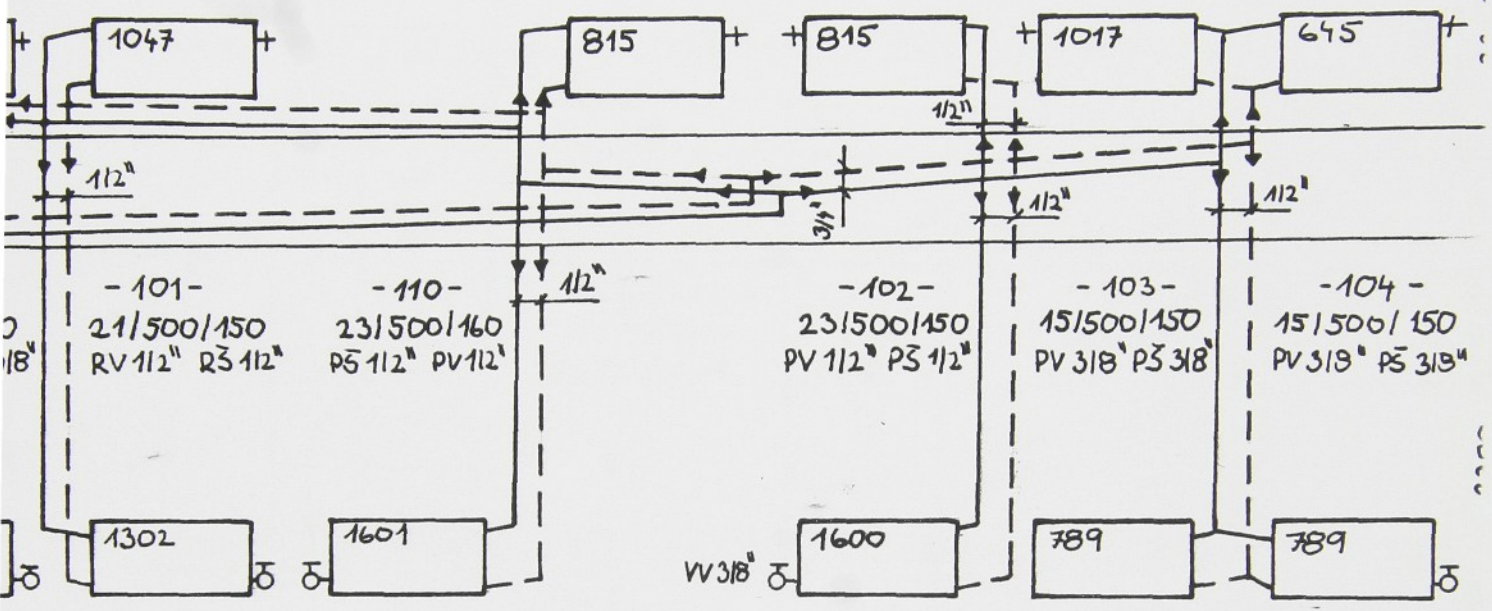
Počet listů

1

List

1

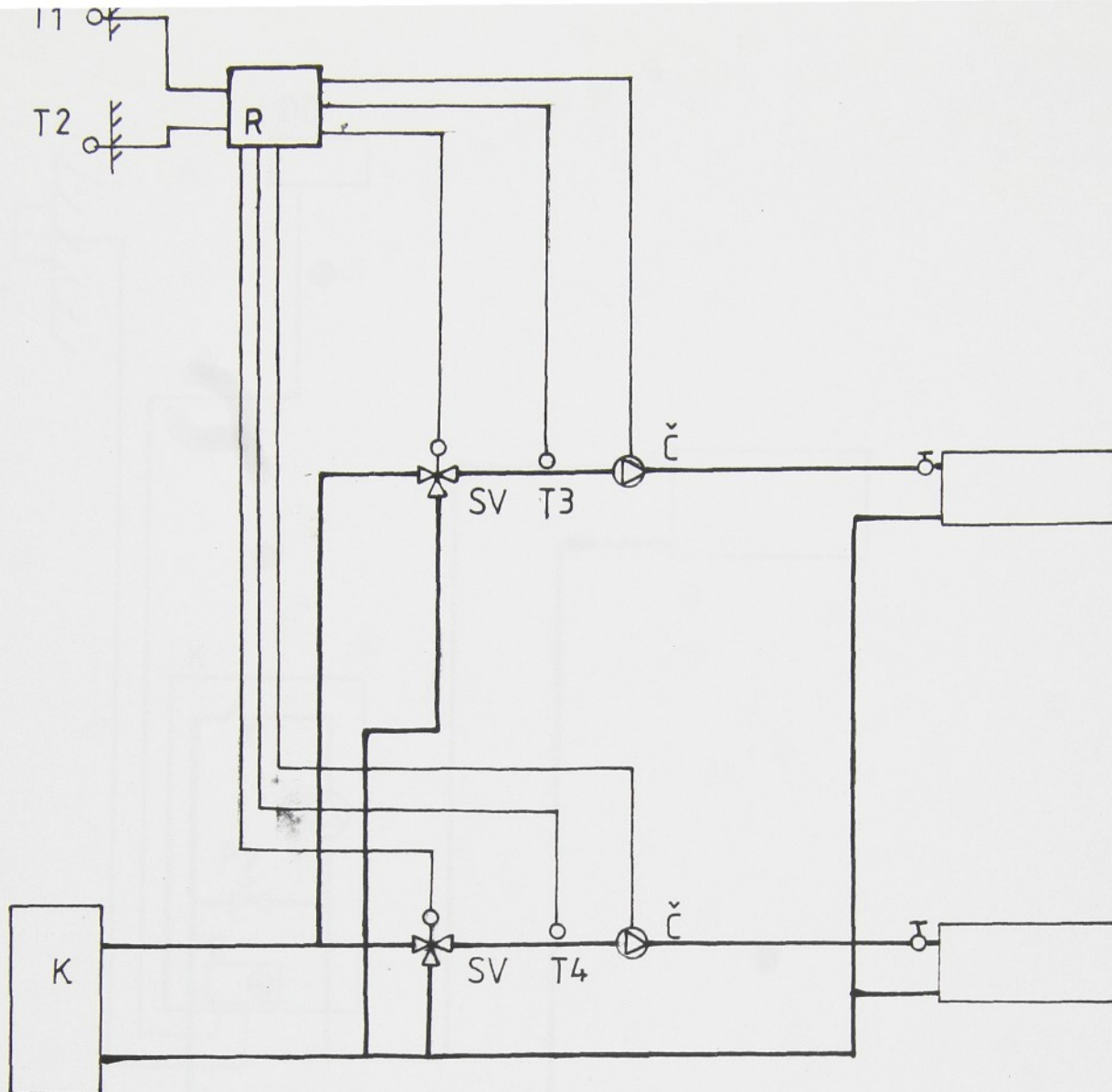
-201-	-202-	-202-	-203-	-204-
17/500/150	15/500/150	17/500/150	17/500/150	13/500/150
RV 3/8" RŠ 3/8"	RV 3/8" RŠ 3/8"	RV 3/8" RŠ 3/8"	RV 3/8" RŠ 3/8"	RV 3/8" RŠ 3/8"



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

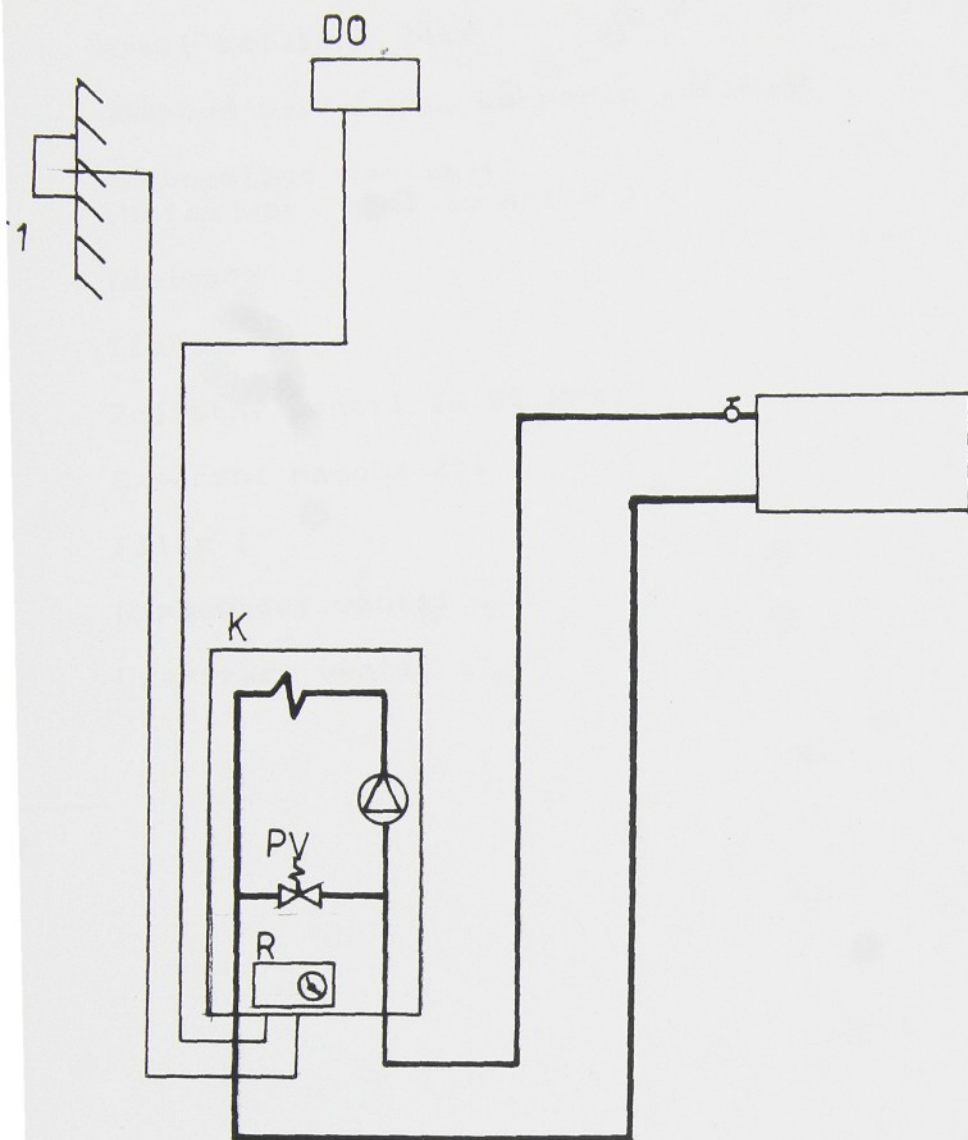
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Vedoucí	Doc. Ing. J. OLEHLA, CSc.	Konzultant	Ing. P. Müller
Měřítko	není	Datum	30.4 1996
Číslo výkresu	DP 5	Vypracoval	J. Porš
Název	Schema	Počet listů	List
		1	1

RA
RV



T1 , T2 Čidla venkovní teploty
 T3 , T4 Čidla teploty výstupní topné vody
 SV Směšovací ventil
 Č Čerpadlo
 K Kotel

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI			
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Vedoucí	Doc.Ing. J. OLEHLA, CSc.	Konzultant	Ing. P.Müller
Měřítko	není	Datum	30.4 1996
Číslo výkresu	DP 1	Vypracoval	J.Porš
Název	Schema regulace TERMIT DUO	Počet listů	List
		1	1



T1 Čidlo venkovní teploty
 R Regulátor
 DO Dálkové ovládání
 K Kotel
 PV Přepouštěcí ventil (Ochrana proti nízkoteplotní korozi)

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí Doc.Ing. J. OLEHLA, CSc.

Konzultant

Ing. P.Müller

Měřítko není

Datum

30.4 1996

Číslo výkresu

DP 2

Vypracoval

J.Porš

Název

Schema regulace VAILLANT

Počet listů

1

List

1

2.	NÁZEV	KS.
	Kotel Vaillant 24kW	1
	Oběhové teplovodní čerpadlo Vaillant	1
	Přepouštěcí ventil 1" (hlídá vst. tepl.do kotle)	1
	Teploměr	1
	Tlakoměr	1
	Pojistný ventil (0.25 Mpa)	1
	Expanzní nádoba 25l	1
	Filtr 1"	1
	Napouštěcí ventil 1/2"	2
0	Uzavírací ventil 1"	2

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Vedoucí	Doc.Ing. J. OLEHLA, CSc.	Konzultant	Ing. P.Müller
Měřítko	není	Datum	30.4 1996
Číslo výkresu	DP 6	Vypracoval	J.Porš
Název	Kusovník	Počet listů	List 2