Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy

Sezimovo Ústí II, Budějovická 421

Absolventská práce

Návrh tvářecího závitníku

Sezimovo Ústí 2011 David Bečvář

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA, CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY

SEZIMOVO ÚSTÍ, BUDĚJOVICKÁ 421

ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student:	**David Bečvář**
Obor studia:	26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce:	**Tvářecí závitník**

Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte závitník k vytlačování vnitřního oblého závitu měděných trubek pro dosažení turbulentního proudění protékající kapaliny a jeho vytlačení na povrch pro pevný a trvanlivý spoj nalisováním v hliníkových lamelách otopných těles firmy BITHERM.
2. Vypracujte konstrukční dokumentaci závitníku.
3. Navrhněte princip upevnění táhla tvářecího závitníku tak, aby bylo možné závitovým trnem po vytlačení závitu v trubce vyjet přehozením otáček stejným otvorem zpět.
4. Vytvořte technickou dokumentaci k principu výroby závitu vtlačováním kuliček závitníku, případně k možnosti mechanizace celé operace.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

Doporučená literatura:

[1] LAPÁČEK F., *Měření tepelného výkonu otopných registrů*, (Protokol o měření otopných registrů se změnou technologie zalisování trubek do prostupů hliníkových lamel.), ELVL s.r.o., Sezimovo Ústí, 2011.

[2] LAPÁČEK F., *Bitherm* [online]. 2008. Dostupné z: http://www.bitherm.cz/.

Vedoucí práce:	Ing. Jaroslav Svoboda, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce:	Václav Toman, ELVL s.r.o.
Oponent práce:	František Lapáček, ELVL s.r.o.

Datum zadání absolventské práce: **1.9.2011**

Datum odevzdání absolventské práce: **30.4.2012**

.....		.....
Ing. Jaroslav Svoboda		Ing. František Kamlach
(vedoucí práce)		(ředitel školy)

V Sezimově Ústí dne 3.9.2011

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě absolventskou práci, zpracovanou na závěr studia na VOŠ, SŠ, COP v Sezimově Ústí.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a zdrojů uvedených v seznamu literatury, který je součástí této absolventské práce.

V Sezimově Ústí dne 28. 4. 2012 Podpis Bečvář

Poděkování

Děkuji především panu Ing. Jaroslavu Svobodovi za odborné vedení a poskytování cenných informací a rad v průběhu vytváření této práce. Také bych chtěl poděkovat panu Václavu Tomanovi coby odbornému konzultantovi práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval rodině a všem co mě v průběhu studia a vytváření této práce podporovali.

Anotace

Absolventská práce zpracovává konstrukční návrh tvářecího závitníku, sloužícího k zalisování měděných trubek do hliníkových lamel při výrobě otopných těles Bitherm. Teoretická část se věnuje otopným soustavám a otopným tělesům. Dále je zpracována stávající technologie výroby, následuje technologie tvářecího závitníku a její výhody oproti technologii stávající, poslední kapitola je věnována návrhu tvářecího závitníku. Práce obsahuje technickou dokumentaci k výrobě navrženého tvářecího závitníku vytvořenou v programu Solid Edge.

Annotation

In dieser Arbeit wird die Konstruktion des Gewindebohrers entworfen, der zum Pressen der Kupferrohren in Aluminium-Lamellen bei der Fertigung der Heizkörper BITHERM dient. Der theoretische Teil befasst sich mit Heizungsystemen und Heizkörpern. Weiter wird die bestehende Technologie verarbeitet, gefolgt von Technologie des Gewindebohrers und ihre Vorteile im Vergleich mit existierenden Technologien. Der letzte Teil der Arbeit beschäftigt sich mit dem Entwurf des Gewindebohrers. Die Arbeit umfasst technische Dokumentation zur Herstellung des entworfenen Gewindebohrers, die im Programm Solid Edge erstellt wird.

Obsah

1 Úvod ..... - 1 -

2 Otopné soustavy ..... - 2 -

2.1 Rozvodná síť ..... - 2 -

2.2 Materiál rozvodu ..... - 4 -

2.3 Rozdělení otopných soustav ..... - 4 -

2.3.1 Lokální vytápění ..... - 4 -

2.3.2 Etážové vytápění ..... - 5 -

2.3.3 Ústřední vytápění ..... - 6 -

2.3.4 Dálkové vytápění ..... - 7 -

2.3.5 Vytápění otopnými tělesy ..... - 8 -

2.3.6 Podlahové a stěnové vytápění ..... - 9 -

2.3.7 Teplovzdušné vytápění ..... - 10 -

3 Otopná tělesa ..... - 11 -

3.1 Lokální tělesa ..... - 11 -

3.2 Sálavá otopná plocha ..... - 11 -

3.3 Konvekční tělesa ..... - 12 -

3.3.1 Desková otopná tělesa ..... - 13 -

3.3.2 Článková otopná tělesa ..... - 14 -

3.3.3 Topné konvektory a přímotopy ..... - 15 -

3.3.4 Trubková otopná tělesa ..... - 16 -

4 Dosavadní stav techniky ..... - 18 -

4.1 Zalisování trubek do lamel ..... - 18 -

4.2 Přenos tepla z média do trubky ..... - 19 -

4.3 Původní technologie Bitherm ..... - 21 -

5 Technologie tvářecího závitníku ..... - 23 -

5.1 Podstata závitníku ..... - 24 -

5.2 Nová technologie Bitherm ..... - 26 -

6 Měření tepelného výkonu ..... - 28 -

Předmět měření ..... - 28 -

7 Návrh závitníku ..... - 31 -

7.1 Požadavky na závitník ..... - 31 -

7.2 Stávající závitník ..... - 32 -

7.3 Navržené úpravy závitníku ..... - 34 -

7.4 Uložení obvodových válcovacích kuliček ..... - 35 -

7.5 Výrobní dokumentace ..... - 36 -

8 Závěr ..... - 38 -

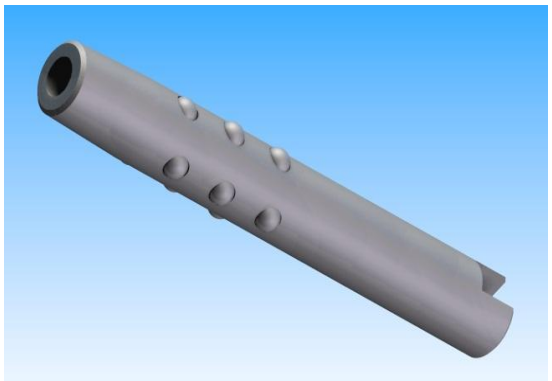
Seznam obrázků

Obrázek 1 - Základní části rozvodné topenářské sítě ..... - 3 -
Obrázek 2 - Lokální vytápění (krbová kamna) ..... - 5 -
Obrázek 3 - Schéma etážového vytápění ..... - 5 -
Obrázek 4 - Schéma ústředního vytápění ..... - 6 -
Obrázek 5 - Horkovzdušné potrubí dálkového vytápění ..... - 7 -
Obrázek 6 – Elektrický radiátor Bitherm Karneval ER ..... - 8 -
Obrázek 7 - Podlahové vytápění ..... - 9 -
Obrázek 8 - Stěnové vytápění ..... - 9 -
Obrázek 9 - Schéma teplovzdušného vytápění objektu ..... - 10 -
Obrázek 10 - Deskové otopné těleso ..... - 13 -
Obrázek 11 - Článkové otopné těleso ..... - 14 -
Obrázek 12 - Konvektorový přímotop ..... - 15 -
Obrázek 13 – Schéma otopného tělesa Bitherm ..... - 16 -
Obrázek 14 - Schématické znázornění rozdělení a spojení proudů v otopném tělese ..... - 21 -
Obrázek 15 - Otopné těleso Bitherm vyrobeno technologií BITHERM Logic ..... - 22 -
Obrázek 16 – Původní uspořádání a zalisování technologie Bitherm Logic ..... - 22 -
Obrázek 17 – Model zalisovaných trubek v lamelách otopného tělesa ..... - 23 -
Obrázek 18 – Model teplosměnné měděné trubky protažené tvářecím závitníkem ..... - 24 -
Obrázek 20 - Sériové uspořádání trubek a zalisovaný spoj trubek a lamel ..... - 27 -
Obrázek 19 - Otopné těleso Bitherm vyrobeno technologií Bitherm Logic s použitím ..... - 27 -
Obrázek 21 - Otopný registr Licon OR-J2-100 (měřený vzorek) ..... - 30 -
Obrázek 22 - Řez závitníkem (první s pouze dvěmi zalisovacími kuličkami) ..... - 32 -
Obrázek 23 - Řez hlavicí s vyosenými kuličkami ..... - 33 -
Obrázek 24 – Řez hlavicí se třemi obvodovými kuličkami ..... - 33 -
Obrázek 25 - Řez jedním z navržených závitníků ..... - 33 -
Obrázek 26 - Řez závitníkem s vloženou vymezovací kuličkou ..... - 34 -
Obrázek 27 - Zajišťovací šroub M6 ..... - 35 -
Obrázek 28 - Model ocelové vložky ..... - 36 -
Obrázek 29 - Kusovník sestavy se sklepnutými dírami ..... - 36 -
Obrázek 30 - Řez závitníkem ve finální podobě - verze se sklepnutými dírami ..... - 37 -
Obrázek 31 - Kusovník sestavy závitníku s vložkou ..... - 37 -
Obrázek 32 – Řez závitníkem – verze s vložkami ..... - 37 -

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Parametry měřených otopných registrů ..... - 29 -
Tabulka 2 - Naměřené hodnoty měřeného vzorku..... - 30 -

1 Úvod



Dnes a denně se každý z nás setkává s otopnými tělesy. Je již dávno pryč doba, kdy jediná možná varianta při výběru otopných těles byly těžké litinové radiátory, které kromě funkčnosti nemají jiný užitek a hyzdí interiér bytu. Dnešní trh nabízí nepřeberné množství druhů otopných těles (desková, článková, trubková atd.) a jejich designů. Právě designová otopná tělesa zažívají velký rozmach a lidé dnes při výběru radiátoru koukají vedle funkčnosti (velikost, tepelný výkon,...) i na designovou stránku (EKOMPLEX, *Otopná tělesa*).

Jednou ze společností nabízejících designová otopná tělesa je ELVL s.r.o. vyrábějící tělesa Bitherm. Srdcem designových otopných těles Bitherm, jsou teplosměnné měděné trubky, které jsou zalisovány průtažným trnem do teplosměnných hliníkových lamel. Právě způsob zalisování trubek otopných registrů do prostupů hliníkových lamel v otopném tělese Bitherm spolu s návrhem zalisovacího nástroje (dále „tvářecí závitník"), je hlavním předmětem řešení této absolventské práce.

Cílem této absolventké práce je tedy návrh tvářecího závitníku pro zalisování měděných trubek do hliníkových lamel v otopných tělesech Bitherm vyráběných společností ELVL s.r.o. Společnost ELVL s.r.o. již určitou dobu této technologie při výrobě svých otopných těles využívá. Stávající tvářecí závitník je schopen zalisovat 1000m měděných trubek do prostupů hliníkových lamel. Poté dochází k vyvalení, případně zadření obvodových válcovacích kuliček. Práce se snaží o návrh tvářecího závitníku, u kterého by číslo udávající délku zalisovaných trubek bylo pokud možno vyšší. Návrh obsahuje technickou dokumentaci k výrobě tvářecího závitníku.

V jednotlivých kapitolách této práce je čtenář seznámen s otopnými tělesy jako takovými. Dále je popsána stávající technologie výroby otopných těles Bitherm. Následuje princip technologie s použitím tvářecího závitníku, proměření a porovnání tepelných výkonů a samotný návrh závitníku.

2 Otopné soustavy

Ačkoliv předmětem řešení této absolventské práce jsou otopná tělesa, tato kapitola je věnována otopným soustavám jako takovým. Jsou zde popsány a vysvětleny pojmy jako rozvodná síť, materiály rozvodných sítí a nakonec je provedeno rozdělení a v krátkosti jsou popsány jednotlivé druhy otopných soustav.

Celý systém vytápění by měl být navrhován jako celek a to tak, že podle množství a typu otopných těles se navrhuje rozvodná síť'.

Vytápění objektů může mít mnoho podob. Existuje několik desítek systémů vytápění, lišících se druhem paliva, provedením a umístěním topidel, způsobem rozvodu tepla do místností, topným výkonem , náročností na odtah spalin, způsobem obsluhy a doplňování paliva apod. Společnou však mají svoji základní funkci - zajistit s co nejnižšími provozními náklady na topení a požadavky na obsluhu v budově co nejvyšší úroveň tepelné pohody pro jeho obyvatele. Vzhledem k tomu, že každý dům má jiné podmínky pro využívání zdrojů tepla, jsou i jednotlivé druhy vytápění dosti odlišné a při rozhodování pro ten správný otopný systém hrají roli jak finanční možnosti investora, tak i dostupnost paliv a energií v místě objektu (EKOMPLEX, *Systémy vytápění*).

2.1 Rozvodná síť

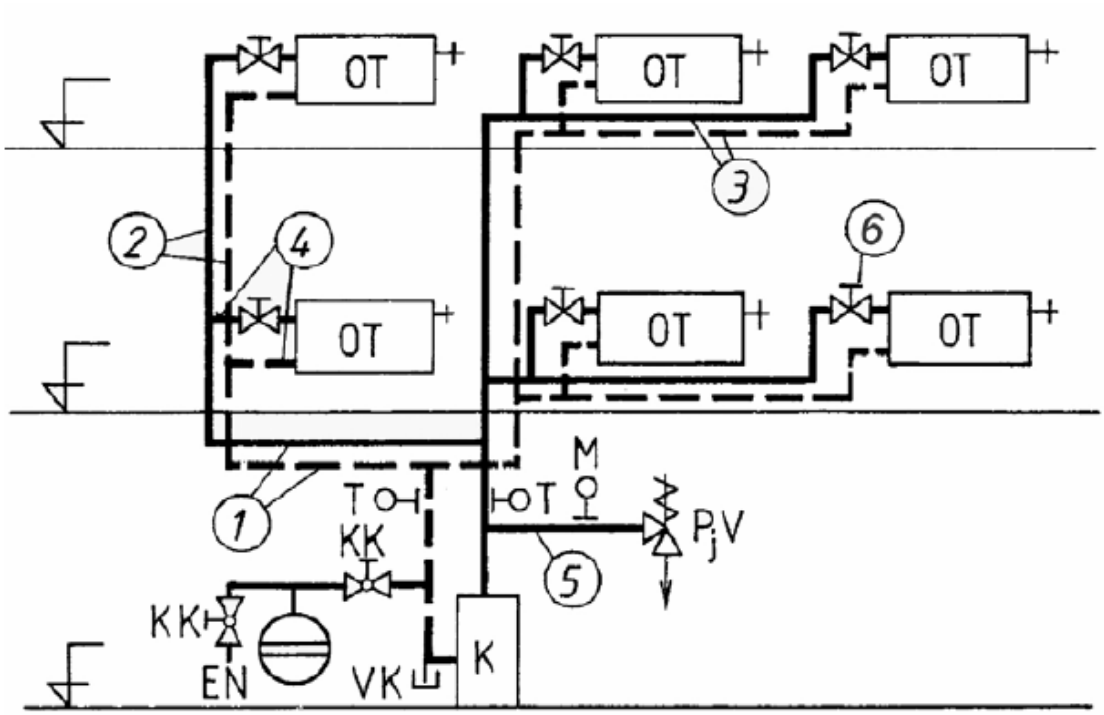
Rozvodné sítě se zkládají z mnoha celků. Avšak mezi základní celky podle kterých dělíme otopné soustavy jsou:

- Zdroje tepla - kotle na pevná, plynná nebo kapalná paliva, tepelná čerpadla nebo výměníky tepla
- Potrubní sítě - dělí se podle způsobu propojení otopných těles, pracovní teploty, konstrukce expanzní nádoby, oběhu vody či materiálu rozvodu
- Spotřebiče tepla - otopná tělesa článková, desková, trubková a konvektory s nuceným nebo samovolným vybíjením tepla

Rozvody topení jsou páteří celého otopného systému. Doprava tepla od zdroje tepla do samotných místností je umožněna díky rozvodné síti a systému otopných těles.

Vytápění může mít mnoho podob. V dnešní době existují desítky systémů vytápění, lišících se druhem paliva, druhem a umístěním zdroje tepla, způsobem rozvodu tepla do samotných místností nebo použitým druhem otopných těles. Vzhledem k tomu, že každý vytápěný objekt má jiné podmínky pro využívání tepla, jsou i jednotlivé druhy vytápění odlišné. Avšak mají společnou vizi zajistit požadovanou úroveň tepelné pohody pro spotřebitele a zároveň zajistit co nejnižší provozní náklady na topení.

Otopná soustava by měla umožňovat úplné odvodnění a dokonalé odvzdušnění v rozsahu celé sítě. To znamená usazení vypouštěcích armatur v co možná nejnižších místech otopné soustavy a naopak umístění odvzdušňovacích ventilů otopných těles i otopné soustavy v co nejvyšších místech (VAVŘIČKA, *Teplovodní otopné soustavy konvekční*).



Obrázek 1 - Základní části rozvodné topenářské sítě

1 – hlavní ležaté rozvody

2 – stoupačky

3 – podlažní ležaté rozvody

4 – připojovací potrubí

5 – pojistné potrubí

6 – armatury

2.2 Materiál rozvodu

V současné době se potrubní sítě navrhují vzhledem k odlišným mechanickým vlastnostem z oceli, mědi nebo plastu. Každý materiál má své výhody i nevýhody. Avšak každý materiál použitý při návrhu potrubní sítě by měl splňovat následující kritéria:

- vysoká odolnost proti korozi
- jednoduchá a rychlá montáž
- neagresivní vůči vodě
- měl by zamezit vnikání kyslíku do vody u plastových potrubí

Otopná soustava by měla být chráněna proti korozi zevnitř i zvenku. Největším problémem v otopných soustavách je přítomnost kyslíku ve vodě. 1g kyslíku zoxiduje 2,6g železa za vzniku 1,4l vodíku, který se musí ze soustavy odvést (VAVŘIČKA, 2007). K tomu abychom zamezili vnikání kyslíku do otopné soustavy je doporučováno:

- Ve všech místech otopné soustavy zajistit přetlak proti atmosféře
- U otevřené expanzní nádoby volit tvar, který zajistí minimální plochu hladiny
- Odvzdušňovací potrubí nenapojovat přímo na expanzní nádobu, ale na přepadové potrubí ve výšce maximální vodní hladiny v nádobě v teplém stavu

2.3 Rozdělení otopných soustav

2.3.1 Lokální vytápění

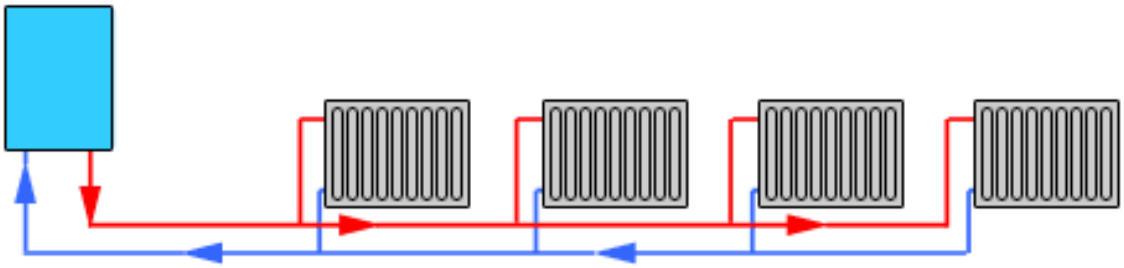
Patří mezi nejjednodušší, a mnohdy i nejvhodnější způsob vytápění jedné nebo více místností. Zdrojem tepla je topidlo, které je zároveň i otopným tělesem. To pak předává teplo do celé místnosti. Tento systém vytápění se používá hlavně v objektech s občasným užíváním nebo v menších účelových objektech. Výhodou lokálního vytápění je rychlá instalace topidla bez nutnosti budování rozvodných systémů, jednoduchá

obsluha a relativně nízká pořizovací cena. Nevýhodou je nutnost samostatné obsluhy každého topidla a obtížná regulace (EKOMPLEX, *Systémy vytápění*). Mezi lokální topidla řadíme elektrické přímotopy, kamna, krby a další…

Obrázek 2 - Lokální vytápění (krbová kamna)

2.3.2 Etážové vytápění

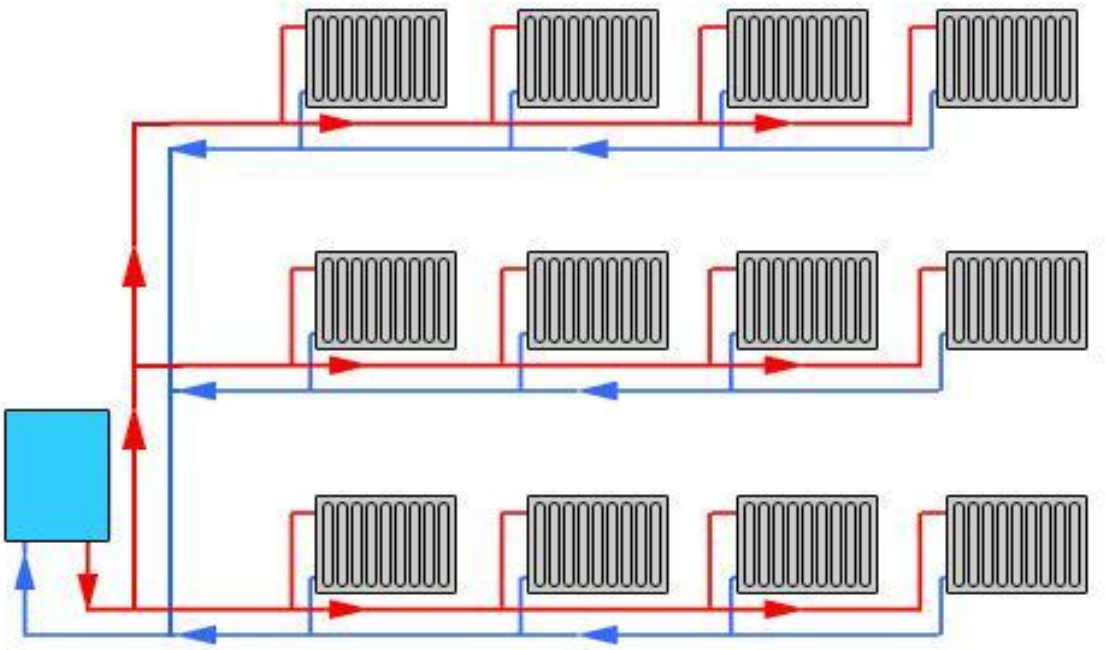
Tento druh vytápění je otopný systém založený na jednom topidle, které vyrábí teplo rozváděné trubkovými rozvody tepla do otopných těles, nacházejících se ve stejném patře jako vlastní topidlo. Výhodou je vysoký komfort bydlení, snadná regulace teploty a skutečnost, že náklady na vytápění platí jediný uživatel. Nevýhodou jsou vyšší náklady na vybudování otopného systému (EKOMPLEX, *Systémy vytápění*).



Obrázek 3 - Schéma etážového vytápění

2.3.3 Ústřední vytápění

Etážové vytápění je otopný systém založený na jednom topidle, které vyrábí teplo rozváděné trubkovými rozvody tepla do otopných těles, nacházejících se zhruba ve stejné rovině jako vlastní topidlo. Obvykle slouží jeden okruh etážového topení k vytápění jedné bytové jednotky, jednoho patra domu, kanceláří firmy apod. Ústřední vytápění je vhodné pro vytápění celých domů, jelikož teplotu v celém domě lze snadno regulovat. Nevýhodou jsou ztráty v rozvodech tepla a nutnost rozúčtování tepla na všechny vytápěné bytové jednotky (EKOMPLEX, *Systémy vytápění*).



Obrázek 4 - Schéma ústředního vytápění

Ústřední vytápění lze realizovat prakticky na všech běžných druzích topidel, která mají dostatečný výkon. Podmínkou je správná konstrukce topidla, které je opatřeno kotlem, případně výměníkem tepla, v němž probíhá předávání tepla vodě v tepelném okruhu. Nejčastější druhy topidel pro ústřední vytápění jsou:

- Kotle na tuhá paliva
- Kotle na kapalná paliva
- Plynové kotle
- Elektrické kotle

2.3.4 Dálkové vytápění

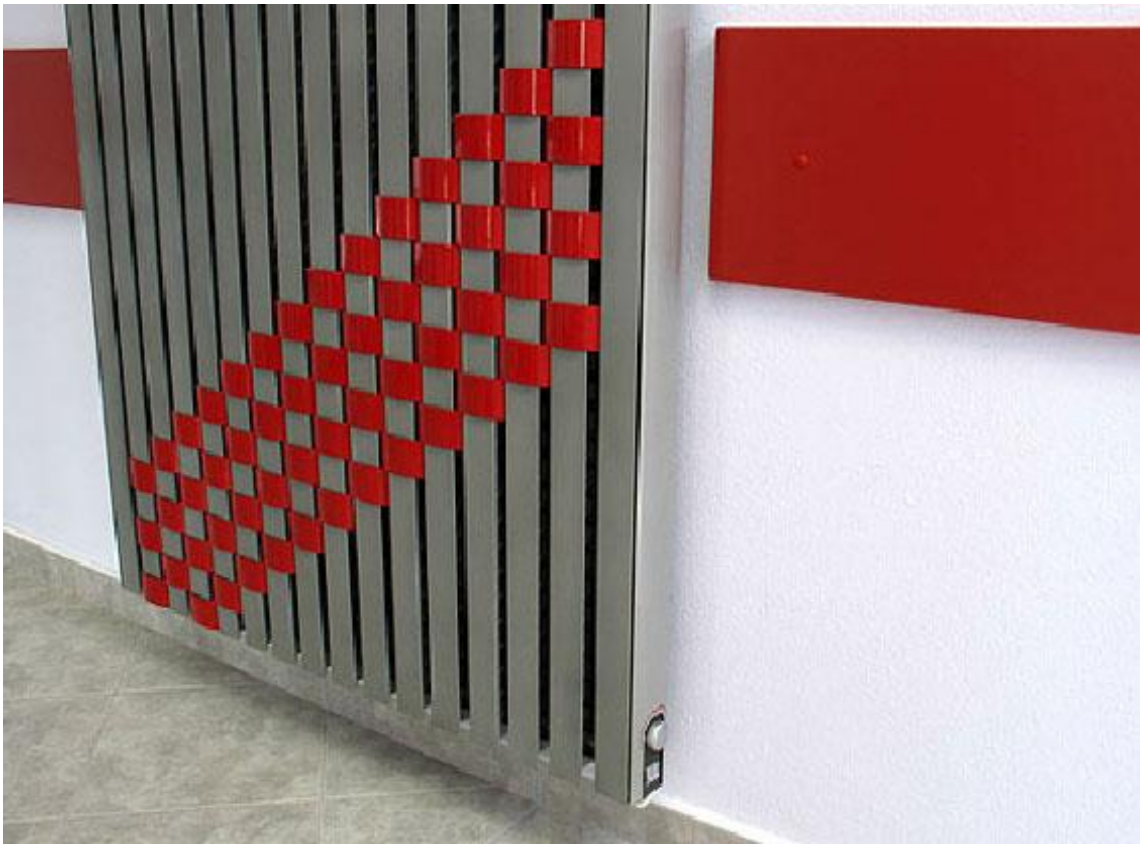
Dálkové vytápění je otopný systém založený na topidle umístěném mimo vytápěný objekt v samostatné budově (kotelna, teplárna, apod.) řízených automatizovaným systémem regulace výkonu. Kotelny jsou vybaveny topidly různých konstrukcí. Často je v kotelně k dispozici několik kotlů a podle aktuální venkovní teploty se uvádí do provozu tolik kotlů, kolik je potřeba pro zajištění potřebného topného výkonu. Do vytápěných objektů je teplo přenášeno trubkovými rozvody, kde je následně předáváno do místností otopnými tělesy. Dálkové vytápění je nejčastěji využívaným otopným systémem na sídlištích. U větších bloků domů, městských čtvrtí a celých sídlišť obvykle kotelny nahrazují výměníkové stanice společné vždy pro několik domů, kde se místo kotlů nachází zařízení pro přenos tepla z parovodů do otopných okruhů jednotlivých domů. Výhodou je především vysoký komfort bydlení, mezi nevýhody patří vysoké ztráty tepla v rozvodech, obtížná regulace, poměrně vysoké náklady na topení, nutnost rozúčtování nákladů na topení a tepelné ztráty mezi všechny uživatele vytápěných objektů a také skutečnost odpojení mnoha bytů při výpadku nebo údržbě (EKOMPLEX, *Systémy vytápění*).

Obrázek 5 - Horkovzdušné potrubí dálkového vytápění

2.3.5 Vytápění otopnými tělesy

Vytápění otopnými tělesy je nejčastěji využívanou metodou přenosu tepla z rozvodné soustavy do místností. Používá se u všech druhů vytápění místností kromě lokálního vytápění a podlahového topení. Otopná tělesa jsou nejčastěji napojena na společný systém rozvodů topného média, ohřívaného většinou jediným topidlem (EKOMPLEX, *Systémy vytápění*).

Každé otopné těleso je opatřeno samostatným škrticím ventilem, případně je regulace výkonu otopných těles zajišťována společně prostorovými termostaty, ovládajícími přímo centrální topidlo. Otopná tělesa mohou být různého provedení a v různém poměru zajišťují přenos tepla do místnosti buďto sáláním a nebo prouděním ohřátého vzduchu (tzv. konvekcí), často jejich kombinací. Využitím principu samovolné cirkulace vzduchu se účinnost otopných těles významně zvyšuje. Speciální skupinou otopných těles jsou přímotopy, které nejsou propojeny navzájem společnými rozvody tepla, nýbrž pracují samostaně, proto se řadí mimo jiné mezi lokální topidla.



Obrázek 6 – Elektrický radiátor Bitherm Karneval ER

2.3.6 Podlahové a stěnové vytápění

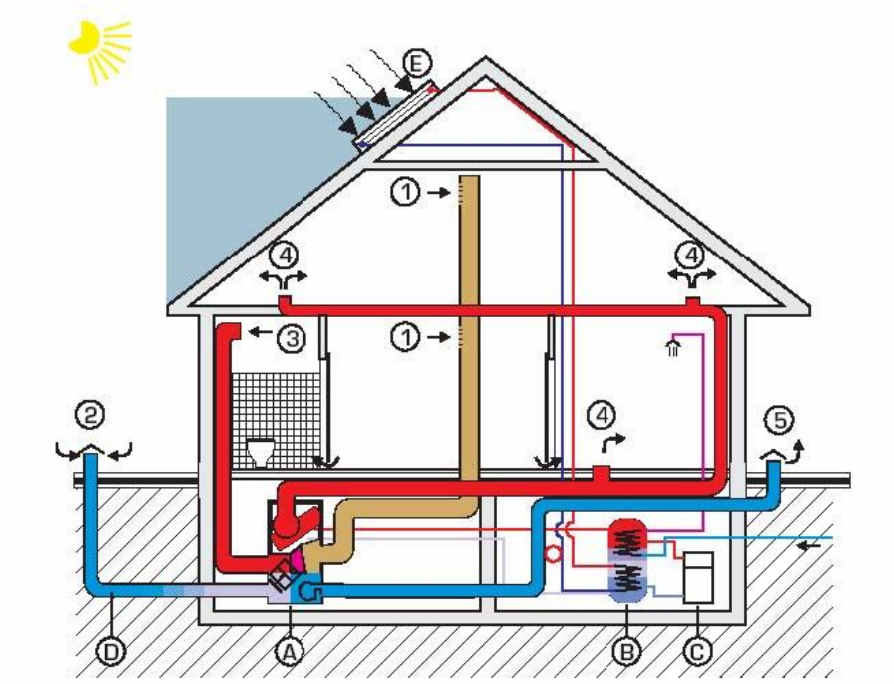
Tento typ vytápění je víceméně druh etážového nebo ústředního vytápění, u něhož se nevyužívá otopných těles, ale teplo je rozváděno soustavou trubek uložených pod podlahou nebo ve stěně. Rozvody tepla jsou tedy zároveň otopnými tělesy, jelikož předávají teplo z topného méda do místností po celé své délce.

Obrázek 7 - Podlahové vytápění

Obrázek 8 - Stěnové vytápění

2.3.7 Teplovzdušné vytápění

Narozdíl od většiny ostatních otopných systémů je teplovzdušné topení charakteristické absencí lokálních topidel i otopných těles. Topení je řešeno přímo rozvodem již ohřátého vzduchu do vytápěných místností. Vytápění teplým vzduchem u systémů s rekuperací vzduchu je navíc možné se spojit s ventilací zajišťující pravidelnou výměnu vzduchu v objektu, aniž bychom tímto vypouštěli již ohřátý vzduch z objektu a nahrazovali jej studeným vzduchem a tím docházelo k úniku tepla.



Obrázek 9 - Schéma teplovzdušného vytápění objektu

1 – cirkulační vzduch z místností do rekuperační jednotky

2 – venkovní vzduch přiváděný zemním kolektorem

3 – odpadní vzduch (WC, koupelna atd.)

4 – cirkulační a větrací vzduch do obytných místností

5 – výfuk odpadního vzduchu po rekuperaci

A – vzduchotechnická vytápěcí a větrací jednotka

B – integrovaný zásobník tepla

C – dřevokotel zplynovací

D – zemní kolektor

E – solární vakuové kolektory

3 Otopná tělesa

Otopná tělesa jsou ty části topení, které fungují jako výměníky tepla mezi topným médiem (nejčastěji voda) v systému vytápění a vytápěnými místnostmi. Čím je větší plocha povrchu radiátoru, tím více tepla je otopné těleso schopno do místnosti předat. Tepelná výměna nezávisí jen na ploše radiátoru, ale i na jeho tvaru. Vhodně tvarovaná otopná tělesa způsobují ohřevem vzduchu v komoře nebo mezi žebry rychlou cirkulaci vzduchu, kdy je zahřátý vzduch vytlačován do místnosti, kdežto na jeho místo je ze spodní části radiátoru nasáván vzduch chladný. Využitím principu samovolné cirkulace vzduchu se významně zvyšuje účinnost otopných těles. Proto třetí kapitola je věnována rozdělení a druhům otopných těles.

Dnešní trh nabízí řadu typů a provedení otopných těles. Ta jsou vyráběna se zaměřením na různá použití a velmi často plní i jiné funkce než jen vytápění místnosti a dokáží vhodně a funkčně doplnit interiér. Což jsou takzvaná designová otopná tělesa.

3.1 Lokální tělesa

Lokální otopná tělesa jsou podle paliva rozdělována na elektrické přímotopy, tělesa na spalování plynných, kapalných a pevných paliv (krby, kamna aj.).

3.2 Sálavá otopná plocha

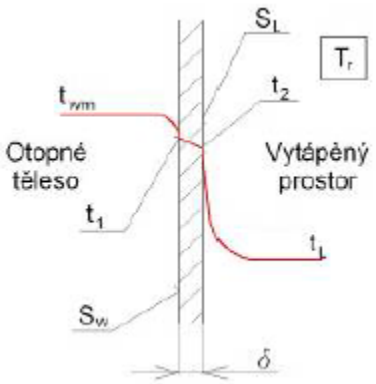
Do této skupiny patří vytápění podlahové, stěnové a stropní. Otopná plocha je tedy součástí stavební konstrukce objektu. Podlahovým vytápěním se dosahuje optimálního rozložení tepla v celé vytápěné místnosti. Můžeme tak dosáhnout téměř ideálního teplotního profilu ve vertikálním směru i rovnoměrné teploty v celé ploše místnosti. Kvůli své velké tepelné setrvačnosti se ovšem nehodí pro přerušované vytápění (VAVŘIČKA, 2007). Z hygienických důvodů nesmí teplota podlahy

přesáhnout u obytných ploch 29°C a pro okrajové plochy 35°C. Pro 1m^2 podlahy se uvažuje maximální tepelný výkon 100W.

3.3 Konvekční tělesa

Použití konvekčního vytápění, tj. vytápění otopnými tělesy je způsob vytápění, kde otopná tělesa předávají větší část svého tepelného výkonu do místnosti konvekcí než sáláním. Teplo z topného média je předáváno na vnitřním povrchu tělesa prouděním, dále pak vedením po stěně tělesa a vnější stranou tělesa je teplo sdíleno konvekcí a sáláním (VAVŘIČKA, 2007). Celý tento děj je definovám rovnicí:

$$Q_{OT} = k * S_L * (t_{wm} - t_L)$$



kde: k - součinitel prostupu tepla stěnou tělesa

S_L - plocha povrchu tělesa

t_m - střední teplota topného média

t_L - výpočtová vnitřní teplota místnosti

Hodnoty k a S_L jsou dány výrobcem.

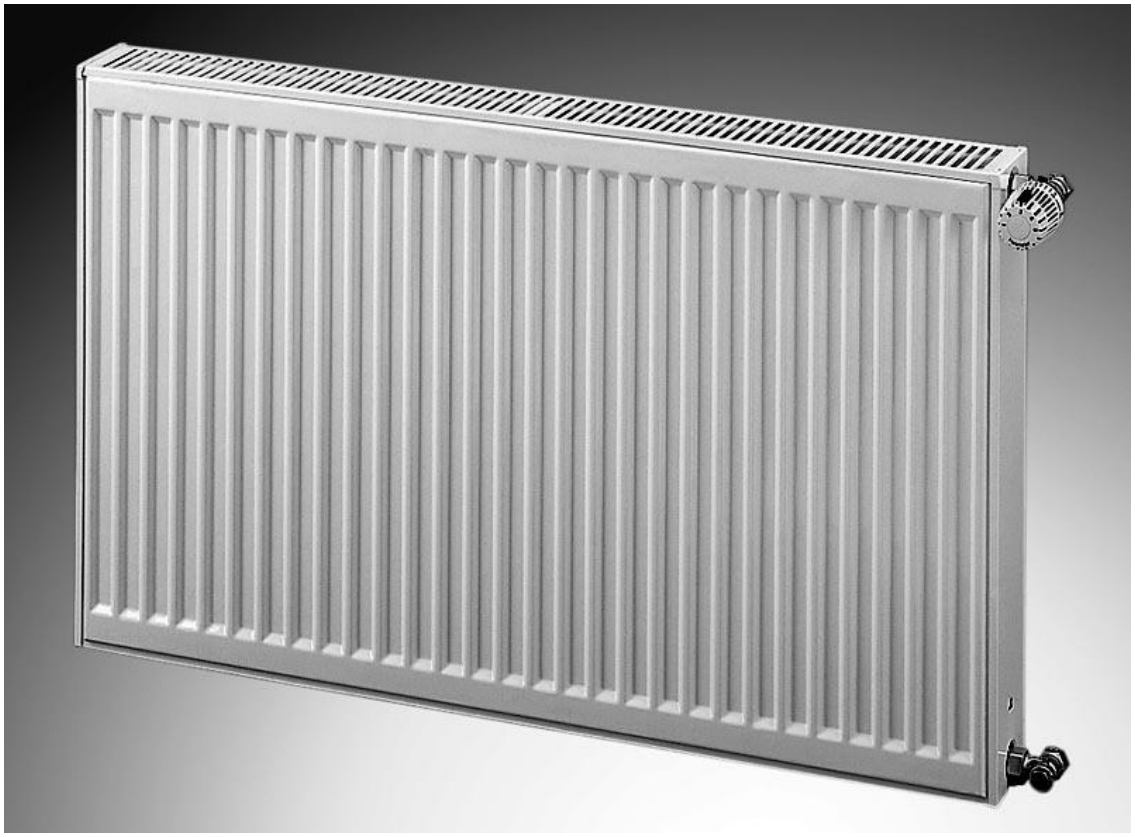
Výkon daného otopného tělesa nebo výkon jednoho článku tohoto otopného tělesa udává tabulkově jeho výrobce. Tyto tabulky jsou obvykle sestavovány pro vnitřní teplotu 20°C.

Pro zjištění skutečného výkonu tělesa se musí výkon přepočívávat na konkrétní provozní podmínky. Přepočet výkonu tělesa je nutný v následujících případech:

- teplotní spád vody je odlišný od teplotního spádu udávaného výrobcem
- teplota vzduchu v místnosti se liší od teploty, pro kterou je sestavena výkonová tabulka
- těleso bude opatřeno zákrytem, který sníží jeho výkon
- těleso bude usazeno jinak než doporučuje výrobce

3.3.1 Desková otopná tělesa

Desková otopná tělesa patří mezi nejčastěji používaná otopná tělesa v interiérech. Mají podobu nejčastěji dvou až tří dutých desek, kterými protéká topné médium, mezi těmito deskami je teplovzdušná komora. Desky jsou často pro zvětšení plochy zvlněné. Pokud jde o vícedeskové radiátory, pak polovinou plochy je zahřívána teplovzdušná komora, která napomáhá rychlé výměně vzduchu v místnosti. Desková otopná tělesa se vyrábějí v provedení s jednou až třemi topnými deskami. Více topných desek je výhodou, neboť vzniká jedna a více vytápěných komor, vytvářejících cirkulaci ohřátého vzduchu a tím je urychlován ohřev místnosti. Tato tělesa mají relativně malý vodní objem, díky tomu umožňují pružnou reakci otopné soustavy na potřebu tepla v místnosti a poměrně účinnou termoregulaci. Desková otopná tělesa se rozlišují podle počtu desek jako jednoduché, zdvojené a ztrojené. Hlavními výhodami deskových otopných těles je snadná montáž, nízká hmotnost, rychlý ohřev, snadné čištění a také jejich nenápadnost.



Obrázek 10 - Deskové otopné těleso

3.3.2 Článková otopná tělesa

Článková otopná tělesa jsou radiátory složené z libovolného množství tzv. článků, což jsou dutá žebra s co největší plochou. Ta jsou spojená navzájem horní a dolní komorou. Komorami a jednotlivými články protéká topné médium, které plochou žeber předává teplo do místností sáláním. Mezi články dochází k ohřevu vzduchu, který svojí cirkulací zajišťuje rychlou výměnu ohřátého vzduchu v místnosti. Výhodou článkových radiátorů je jejich vysoká účinnost a malý hydraulický odpor, který je menší než u deskových radiátorů. Vzhledem k vysokému tepelnému výkonu a vodnímu obsahu článků nejsou tato otopná tělesa moc vhodná pro moderní soustavy vytápění. Článková otopná tělesa se vyrábějí z různých materiálů, avšak nejčastější jsou radiátory z šedé litiny, hliníku a ocelových plechů. Hlavními výhodami článkových radiátorů je jejich robustní odolná konstrukce, dlouhá životnost a vyšší činnost oproti deskovým radiátorům (EKOMPLEX, *Otopná tělesa*).

Obrázek 11 - Článkové otopné těleso

3.3.3 Topné konvektory a přímotopy

Teplo v místnosti, které pociťujeme, se skládá ze dvou složek. Jednou z nich je sálavé teplo, přenášené na člověka otopným tělesem pomocí infračerveného záření, druhou složkou je pak teplo předávané prouděním teplého vzduchu. Na principu konvekce (ohřevu vzduchu v místnosti) pracují tepelné konvektory. To jsou otopná tělesa navrhovaná tak, aby vytvářela proud ohřátého vzduchu, který cirkulací ohřeje vzduch v celé místnosti. Nepočítá se u nich se sáláním tepla. Obvykle jsou složeny z výměníku tepla a skříně, v horní části opatřené výdechovou mřížkou. K cirkulaci dochází tak, že vzduch v konvektoru je prudce ohříván topným tělesem, dochází k jeho rozpínání a výdechu a mřížkou stoupá vzhůru ke stropu. Zároveň vytlačuje dolů studený vzduch, který je nasáván spodní mřížkou konvektoru a následně ohříván.

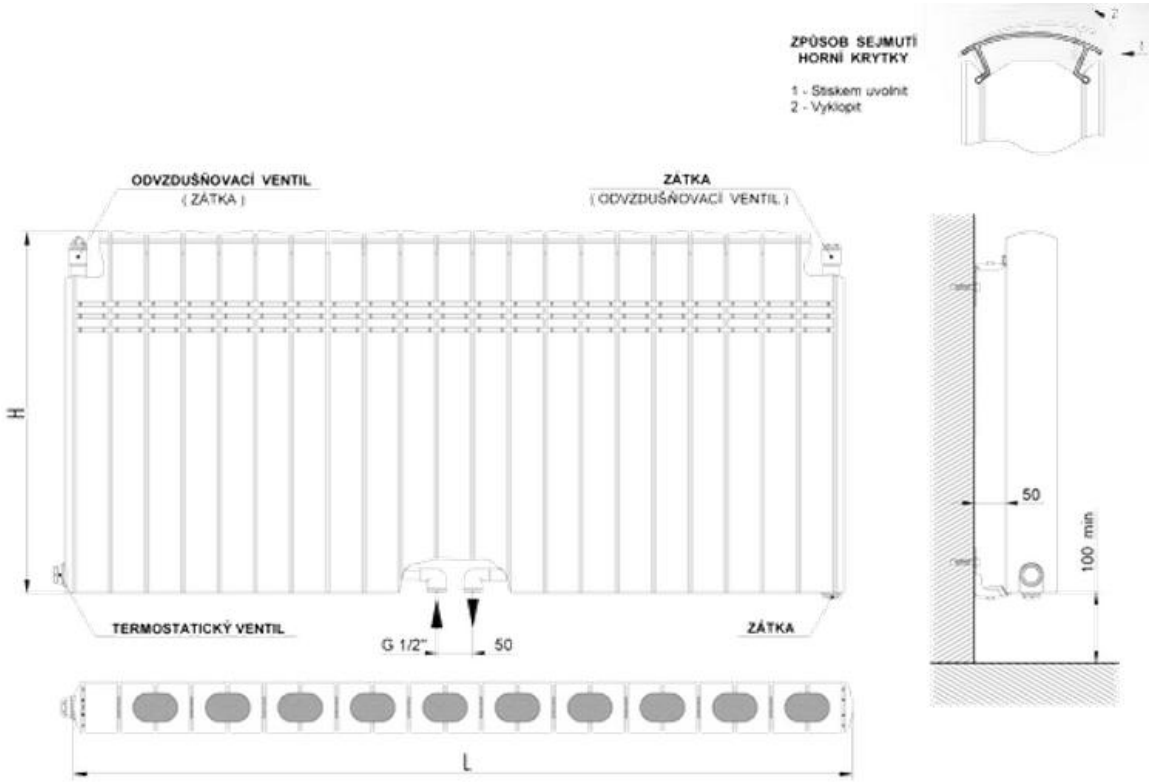
Přímotopy jsou otopná tělesa na principu konvektorů, která se nezapojují do sítě rozvodů tepla, ale pracují samostatně. Jejich výhodou je rychlá a levná instalace bez nutnosti rozsáhlých stavebních zásahů. Nevýhodou je ovšem poměrně drahý provoz, pokud jsou využívány k dlouhodobému vytápění (EKOMPLEX, *Otopná tělesa*).

Obrázek 12 - Konvektorový přímotop

3.3.4 Trubková otopná tělesa

Pod pojmem „trubkové otopné těleso‘‘ si lze vybavit jak těleso tvořené jedinou trubkou osazenou příčnými lamelami, tak i těleso, ve kterém prochází více trubek paralelně sestavou rovnoběžných lamel, kde jsou trubky na koncích určitým způsobem propojeny. Trubková otopná tělesa jsou radiátory nejrůznějších tvarů tvořena trubkovým registrem a to bud' svislým nebo vodorovným. Podstatou trubkových radiátorů jsou rozvodné a sběrné komory, navzájem spojené sestavou trubek menších průřezů. Nejčastěji se používají teplosměnné měděné trubky s kruhovým průřezem. Tepelný modul trubkových otopných těles bez přídavných konvenčních ploch je poměrně malý. Proto otopná tělesa Bitherm mají nalisovány konvenční a sálavé plochy. Jsou vhodné do místností sociálního zařízení, chodeb, vstupních hal apod. Trubková otopná tělesa mohou mít uspořádání trubek do tvarů:

- Meandru
- Registru s vodorovnými trubkami
- Registru se svislými trubkami
- Kombinované



Obrázek 13 – Schéma otopného tělesa Bitherm s nalisovanými konvenčními a sálavými plochami

Jednou ze společností pohybujících se na trhu v oblasti trubkových otopných těles je i ELVL s.r.o. Ta má ve své nabídce celou řadu designových trubkových otopných těles. Kompletní nabídka společnosti je k nahlédnutí na internetových stránkách *www.bitherm.cz/produkty*. Je to právě společnost ELVL s.r.o., která přišla na trh s novou technologií zalisování měděných teplosměnných trubek do prostupů hliníkových lamel. Společnost ELVL s.r.o. je zákoným vlastníkem patentového spisu „Zalisovaný spoj trubky a lamely otopného tělesa, způsob jeho výroby a nástroj k provádění tohoto způsobu“ vydaného v roce 2010 úřadem průmyslového vlastnictví České Republiky. Tento nový způsob zalisování má vliv na zvýšení tepelného výkonu tělesa a zároveň pevnější spoj teplosměnných trubek a hliníkových lamel.

4 Dosavadní stav techniky

Tato kapitola je věnována problematice zalisování teplosměnných měděných trubek do prostupů hliníkových lamel v otopných tělesech Bitherm. Konkrétně bude věnována stávající technologii zalisování trubek a technologii přestupu tepla v otopných tělesech obecně. Podkapitola 4.3 je již věnována původní technologii výroby otopných těles Bitherm.

4.1 Zalisování trubek do lamel

Je známá celá škála otopných těles skládajících se z teplosměnných trubek, kterými protéká topné médium a z lamel, které přenášejí teplo do vytápěných místností. Přestup tepla u otopných těles probíhá konvekčně z topného média do stěny trubky, a dále teplo přestupuje z trubky do lamel, z jejichž povrchu je předáváno konvekcí a sáláním do místnosti. Důležité podmínky pro dosažení vysoké účinnosti otopných těles jsou materiál trubky a lamel, velikost teplosměnné plochy trubek a lamel, tepelný gradient okolí a v neposlední řadě také parametry přenosu tepla tj. spojení trubek s lamelami.

Existuje spousta technologií využívaných při výrobě trubkových otopných těles. Jednou z používaných technologií je stavebnicové otopné těleso, tvořené tenkostěnnými lamelami, do kterých je začleněna vodorovně procházející teplosměnná trubka. Lamely jsou vyrobeny z jednoho kusu s teplosměnnou trubkou a z této trubky vycházejí paprskovitě dolů, vzhůru a do stran. Stěny lamely vycházející do stran jsou opatřeny průduchy a jsou tvarovány pro dokonalejší obtékání okolním vzduchem. Jejich nevýhodou je hlavně malá variabilita tvaru otopného tělesa a také vysoké náklady na jeho výrobu (*Zalisovaný spoj trubky a lamely otopného tělesa*, 2010).

Jako další způsob je znám výměník tepla tvořený teplosměnnou trubkou, z jejíchž stěn vycházejí tenkostěnná žebra shodného tvaru, která jsou určena pro přenos tepla z teplosměnné trubky do okolí. Tenkostěnná žebra jsou na svých volných koncích vybavena zámkovými elementy ve tvaru V. Po zaklesnutí těchto žeber do sebe se zámkové elementy spojí pružinou. Teplosměnná trubka je začleněna v tenkostěnném žebru rovnoběžně se zámkovými elementy a je vyrobena v jednom kuse se žebry pro

sestavení do uzavřeného válcového výměníku. Nevýhodou takového uspořádání je nutnost vytvoření uzavřeného tvaru výměníku a poloha teplosměnné trubky, která neumožňuje volné stavebnicové sestavování a tvarovou různorodost otopného tělesa.

Také je známo stavebnicové otopné těleso s profilovanými hliníkovými lamelami, kterými prochází měděná trubka. Nosné lamely s rameny ve tvaru V se zde střídají se spojovacími lamelami s rameny ve tvaru V, jejichž konce jsou uchyceny na ramenech nosných lamel kloubovým nebo drážkovým spojem. Teplosměnné trubky procházejí otvory v lamelách, a v těchto otvorech se upevňují zalisováním za pomoci běžného vnitřního průtažného nebo rotačního trnu. Trn způsobuje stejnoměrné zvětšení vnějšího i vnitřního průměru trubky, která je tím zalisována v lamelách, přičemž dochází k zeslabení její stěny. Při roztahování trubky pomocí mechanického průtažného trnu nebo rotačního trnu vznikají uvnitř trubky značné třecí síly. Při nedostatečném mazání může dojít vlivem tření k narušení vnitřní stěny trubky a k zeslabení stěny trubky v otvorech lamel, to má za následek vznik mikrotrhlin, které mohou vést k defektům. Trubka pak při dalším tváření, zejména při ohýbání otopného tělesa do obloukových tvarů může prasknout.

Použitím výše popsaných technologií zalisovaného spoje trubky a lamel může kromě defektů vzniknout také nedostatečný styk trubky s lamelami, a to jak při výrobě, tak i při samotném provozu otopného tělesa, kdy následkem teplotních změn a rozdílných hodnot teplotní roztažnosti použitých materiálů může dojít k uvolnění spoje a ke zhoršení parametrů přestupu tepla mezi trubkami a lamelami, a tím ke snížení účinnosti otopného tělesa jako takového.

4.2 Přenos tepla z média do trubky

Je-li vnitřní stěna trubky hladká, pak se v trubce při běžných průtocích udržuje laminární proudění topného média, při kterém se povrchové vrstvy média ochlazují a středová vrstva zůstává nepromíchána, to způsobuje menší účinnost přestupu tepla z topného média do trubky. V praxi se obvykle tento nedostatek kompenzuje větším průměrem trubek, aby byla teplosměnná plocha trubky co největší. Toto řešení, ale znamená větší spotřebu materiálu, větší hmotnost celého tělesa a v neposlední řadě také vyšší náklady.

Jsou známé trubky, které mají uvnitř odporové těleso, které způsobuje vířivý pohyb. Avšak tyto trubky jsou používány výhradně pro dopravu vzduchu nikoliv kapaliny. Dalším mínusem jsou pouze velké průměry trubek, které nejsou pro otopná tělesa vhodná, jelikož čím je větší průměr trubky, tím více musí být topného média, což má za následek horší a pomalejší regulaci tepla.

Dále je známa kondenzační trubka, vyrobená svařováním z pásu měděného plechu, na kterém jsou vylisovány pásy příčného a podélného zvlnění. Problémem těchto trubek je, že svařovanou trubku nelze zalisovat do prostupů lamel.

Nakonec jsou známé i trubky, jejichž vnitřní stěna je opatřena spirálovitou drážkou, která způsobuje turbulentní proudění kapaliny kolem podélné osy trubky.

Je znám i způsob výroby trubky pro přenos tepla, která slouží ke zvýšení bodu varu neazeotropního chladiva. Tato trubka má dvojitou spirálovitou drážku na vnitřním povrchu. Drážka se vyrábí pomocí dvou vnitřních trnů, které mají na svém obvodu zuby, a jsou uspořádány za sebou uvnitř trubky. Proti těmto trnům jsou z vnější strany trubky tlačeny kuličky uložené ve dvou řadách v držáku a přírubách. Kuličky planetově rotují a trny vytvářejí dvojitou drážku uvnitř trubky. Podobným způsobem pracuje i trn osazený břity nebo otočnými disky, které drážku v podstatě vyřezávají do vnitřní stěny trubky. Tyto trny se mohou uvnitř trubky pohybovat lineárně, rotovat nebo oscilovat, takže drážka může být i ve tvaru šroubovice.

Další dokumenty popisují nástroj a způsob pro zvětšení vnějšího průměru trubky a vytvoření vnitřní drážky v této trubce. Tento nástroj se skládá z průtažného trnu, kterým je ozubená hlavice vytvářející na vnitřní stěně trubky spirálovité drážky. Ozubená hlavice má větší průměr než průtažný trn, takže trubku roztahuje, ale vnější stěna trubky přitom zůstává hladká. To je způsobeno tím, že náběhová plocha ozubené hlavice je oblá, takže tlak na vnitřní stěnu trubky je plošný, nikoli bodový.

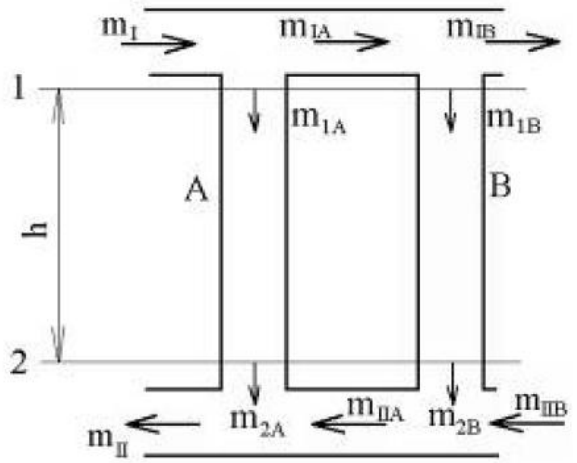
Zařízení používaná pro výrobu trubek s vnitřním drážkováním tvoří vnitřní ozubené nebo drážkované trny, které působí na vnitřní stěnu trubky a vnější opěrné kuličky, které působí jako opěra proti tlaku trnů na vnější stěně trubky. Nevýhoda těchto trubek, pokud by byly použity pro otopná tělesa, spočívá v tom, že jejich vnější stěna zůstává hladká, takže nedochází ke zlepšení přenosu tepla z trubky do lamel a neodstranily by se stávající nedostatky. Popsané způsoby výroby a zařízení rovněž nejsou vhodné ani použitelné pro zalisování spoje trubek a lamel otopných těles, které se zhotovují až na trubkách, které byly před tím vloženy do otvorů lamel.

4.3 Původní technologie Bitherm

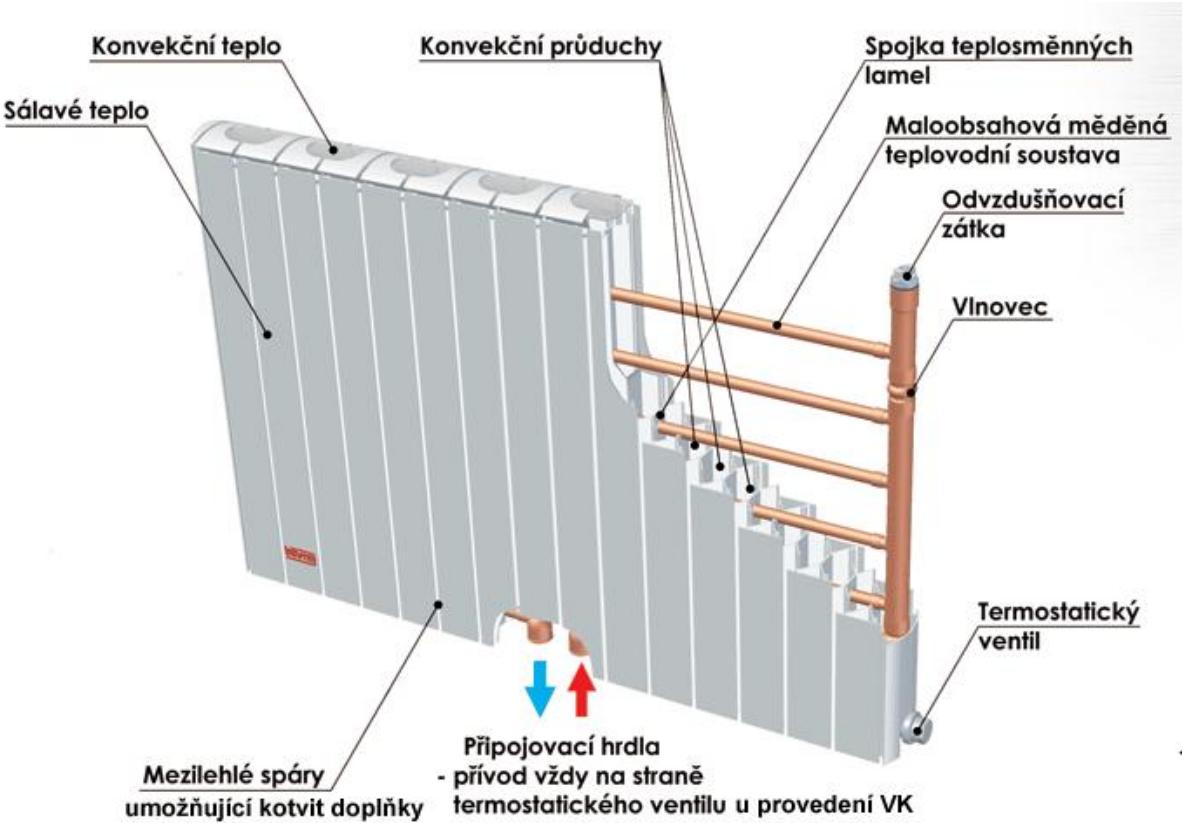
Otopná tělesa firmy Bitherm jsou konstruovaná z rovnoběžně poskládaných hliníkových lamel, které vytvářejí v sestavě mnohanásobné konvekční průduchy a čelní sálavé výhřevné plochy. Sestavou lamel je příčně provedena měděná trubková soustava, která je konstrukčně upravena tak, aby umožnila napojení teplovodní otopné soustavy ústředního vytápění. Nízký obsah topného média v trubkové soustavě zajišťuje pružnou a snadnou regulaci vytápění.

Originální zalisování měděných trubek do prostupů hliníkových lamel je prováděno technologií BITHERM Logic. Ta spočívá v zalisování teplosměnných trubek rotačním průtažným trnem, což má za následek roztažení průměru trubky rovnoměrně po celé její délce a dále v paralelním uspořádání trubek otopného registru.

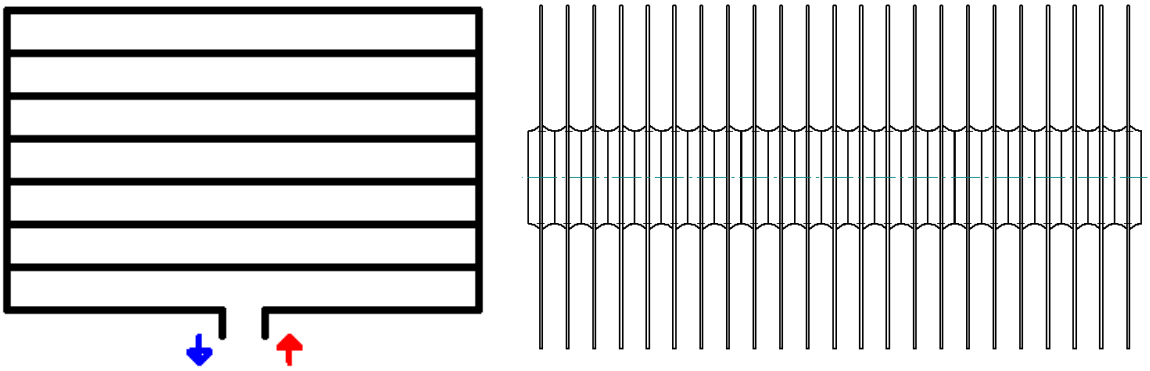
U původního uspořádání trubek dochází po vstupu topného média do otopného tělesa k postupnému rozlévání vody z hlavní rozvodné komory do jednotlivých horizontálních kanálků. To má za následek tlakovou ztrátu rozdělením proudu do jednotlivých kanálků a tlakovou ztrátu třením v rozvodných kanálcích. Pokud bychom řešili celkovou tlakovou ztrátu otopného tělesa, museli bychom vzít v potaz i tlakové ztráty způsobené spojením proudů v levé komoře (VAVŘIČKA, 2007).



Obrázek 14 - Schématické znázornění rozdělení a spojení proudů v otopném tělese



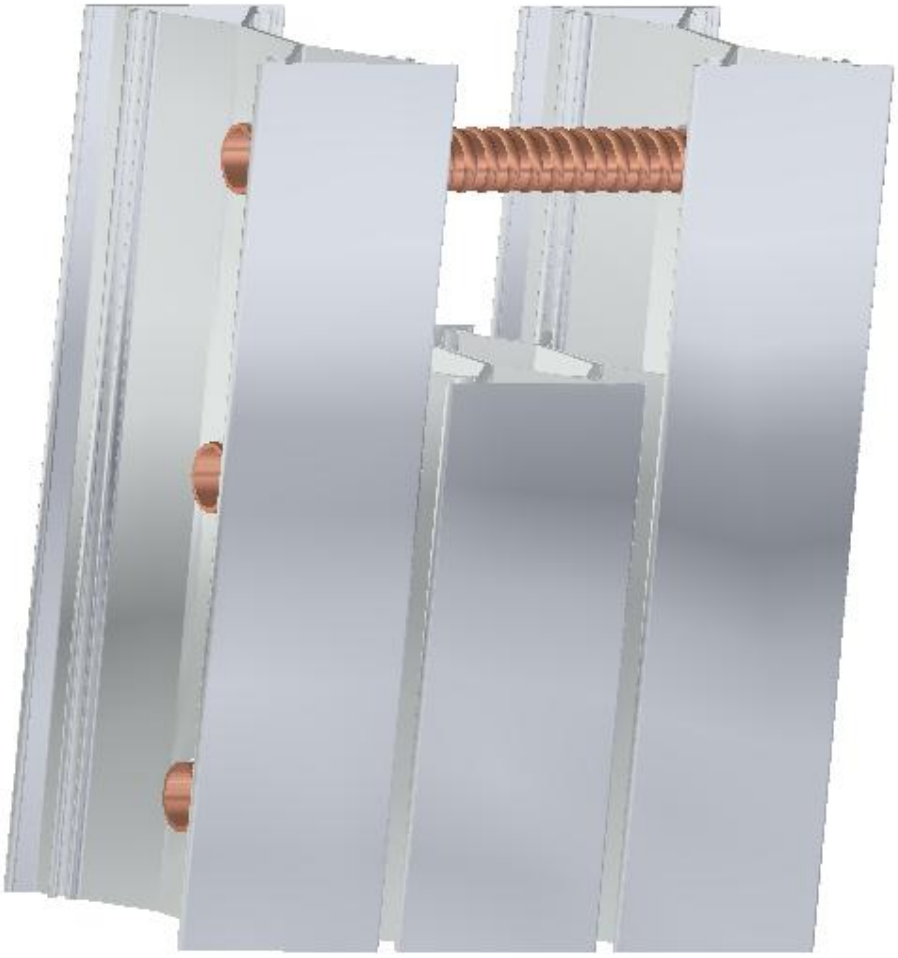
Obrázek 15 - Otopné těleso Bitherm vyrobeno technologií BITHERM Logic



Obrázek 16 – Původní uspořádání a zalisování technologie Bitherm Logic

5 Technologie tvářecího závitníku

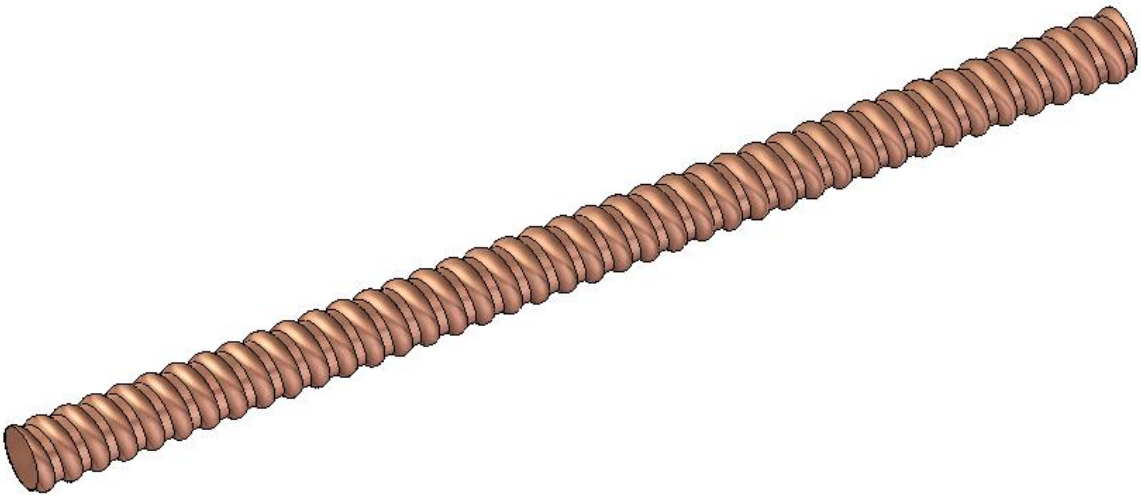
V kapitole 4. byla rozebrána technologie zalisování trubek do lamel a způsoby jejího provedení. Tato technologie má oproti technologii zalisování vytlačením vnitřního oblého závitu s konstantním stoupáním řadu nedostatků. Tyto nedostatky do jisté míry odstraňuje zalisovaný spoj teplosměnné trubky a lamely otopného tělesa provedený kuličkovým tvářecím závitníkem. Tato kapitola je tedy věnována navrhovanému tvářecímu závitníku. Je zde popsán princip funkce a hlavní nároky na závitník, které je třeba uvažovat při návrhu. Vlastnímu návrhu je věnována Kapitola 8. Návrh závitníku.



Obrázek 17 – Model zalisovaných trubek v lamelách otopného tělesa

5.1 Podstata závitníku

Podstata kuličkového tvářecího závitníku spočívá v tom, že ve stěně trubky je vytvářena vnitřní spirálovitá drážka ve tvaru oblého závitu s konstantním stoupáním, která vystupuje na vnějším povrchu trubky jako spirálovitý výstupek zalisovaný v otvoru lamely. Pomocí vnitřní spirálovité drážky se dosahuje turbulentního proudění topného média, zatím co vnější spirálovitý výstupek slouží k zalisování a spojení trubky s lamelou.



Obrázek 18 – Model teplosměnné měděné trubky protažené tvářecím závitníkem

Při výrobě zalisovaného spoje nedochází k vytvoření žádných mikrotrhlin v materiálu trubky a spoj trubky a lamely vykazuje těsný styk s větší stykovou plochou, který se časem neuvolňuje. Z hlediska technologie výroby je vhodné, když vnitřní spirálovitá drážka a vnější spirálovitý výstupek mají polokruhový profil. Rádius polokruhového profilu vnitřní spirálovité drážky i vnějšího spirálovitého výstupku u běžně používaných průměrů trubek pro výrobu otopných těles by měl ležet v rozmezí od 1,5 mm do 5 mm a je dán průměrem válcovací kuličky, která se volí podle průměru trubky, síly lamely, závitovému stoupání drážky a výšce vnitřní spirálovité drážky.

Tvářecí závitník je navrhován pro zalisovaný spoj v otopném tělese, které by mělo mít profilované tenkostěnné lamely z hliníku nebo jeho slitin, ty musí být uspořádané rovnoběžně. Jsou opatřeny otvory s lemy, kterými prochází alespoň jedna měděná trubka, přičemž vnější spirálovitý výstupek vytvořený na trubce je zalisovaný

do otvorů a lemů. Z hlediska optimálního konstrukčního provedení je vhodné, když stoupání závitu vnitřní spirálovité drážky a vnějšího spirálovitého výstupku leží v rozmezí od 2 mm do 30 mm, což by mělo odpovídat 30 až 100% průměru trubky. Hloubka drážky by měla ležet v rozmezí od 0,5 mm do 3 mm.

Způsob výroby zalisovaného spoje trubky a lamely otopného tělesa spočívá v tom, že v trubce se vytvoří vnitřní spirálovitá drážka ve tvaru závitu s konstantním stoupáním, vystupující na vnějším povrchu trubky jako vnější spirálovitý výstupek, který je zalisován do otvoru lamely tak, že dovnitř trubky se zavede kuličkový tvářecí závitník opatřený na obvodu válcovacími kuličkami pro vytvoření vnitřní spirálovité drážky a vnějšího spirálovitého výstupku. Vnější opěru při výrobě zalisovaného spoje tvoří otvory, hrdla a lemy lamel. Tento způsob výroby má řadu výhod oproti doposud známému stavu techniky, neboť zde vzniká minimální tření.

Předmětem této práce je nástroj pro výrobu výše popsaného zalisovaného spoje trubky a lamely otopného tělesa. Jeho podstata spočívá v tom, že jeho hlavní částí je rotační válcovací trn pro vytvoření vnitřní spirálovité drážky ve tvaru závitu s konstantním stoupáním, vystupujícím na vnějším povrchu trubky jako vnější spirálovitý výstupek. Rotační trn by měl mít pracovní hlavici, ve které by měly být uloženy válcovací kuličky, vystupující z obvodu pracovní hlavice na protilehlých stranách vzhledem k ose rotačního válcovacího trnu. Ve směru osy by měly být válcovací kuličky vůči sobě přesazené a to tak že, při použití dvou kuliček na jeden závit musí být odstup odpovídající minimálně 0,5 násobku stoupání závitu vnitřní spirálovité drážky a vnějšího spirálovitého výstupku. Nástroj by měl být navržen tak, aby válcovací kuličky byly v pracovní hlavici uloženy s možností nastavení jejich radiálního vyložení z pracovní hlavice nebo jejich vzájemného osového odstupu ve směru osy rotačního válcovacího trnu. Takovýto univerzální nástroj je možné využít k výrobě zalisovaného spoje s různými rozměry drážky, stejně tak jej lze použít pro různé materiály a konstrukční provedení lamel a trubek (*Zalisovaný spoj trubky a lamely otopného tělesa*, 2010).

Výhody zalisovaného spoje trubky a lamely s použitím tohoto tvářecího závitníku spočívají v tom, že jsou zlepšeny parametry pro přestup tepla jednak mezi topným médiem a teplosměnnou trubkou, a jednak i mezi teplosměnnou trubkou a tenkostěnnou lamelou. Spirálovitá drážka závitu na vnitřní straně trubky uvádí topné médium do rotačního pohybu a vyvolává turbulentní proudění, čímž dochází k lepšímu

přestupu tepla do trubky. Vnější spirálovitý výstupek tvořící závit na vnější stěně trubky, zalisovaný v otvoru lamely lépe udržuje v radiálním i axiálním směru trubku v lamelách, a zlepšuje styk trubky s lamelou, to má za následek zlepšení přestupu tepla z trubky do lamely. Vnitřní i vnější povrch se zvětšuje, tím se zvětšuje i její teplosměnná plocha. Výhodou je i to, že navrženým způsobem lze zalisovaný spoj vytvořit stejnoměrně po celé délce trubky bez ohledu na to, zda je průřez trubky v některém místě zeslaben, či nikoliv. Při zalisování vzniká díky použití maziva minimální tření a v trubce se nevytvářejí žádné mikrotrhliny, které by později mohly vést k defektům, netěsnosti apod. Způsob výroby a zařízení k provádění tohoto způsobu zalisování je navržen tak, aby bylo možné vytvořit zalisovaný spoj na trubkách, které jsou již provlečeny otvory v lamelách, a to pouze působením na jejich vnitřní stěnu. Toto řešení je vhodné i pro stavebnicová otopná tělesa, která lze deformovat a tvarovat do obloukových a rohových tvarů bez destruktivních projevů a defektů.

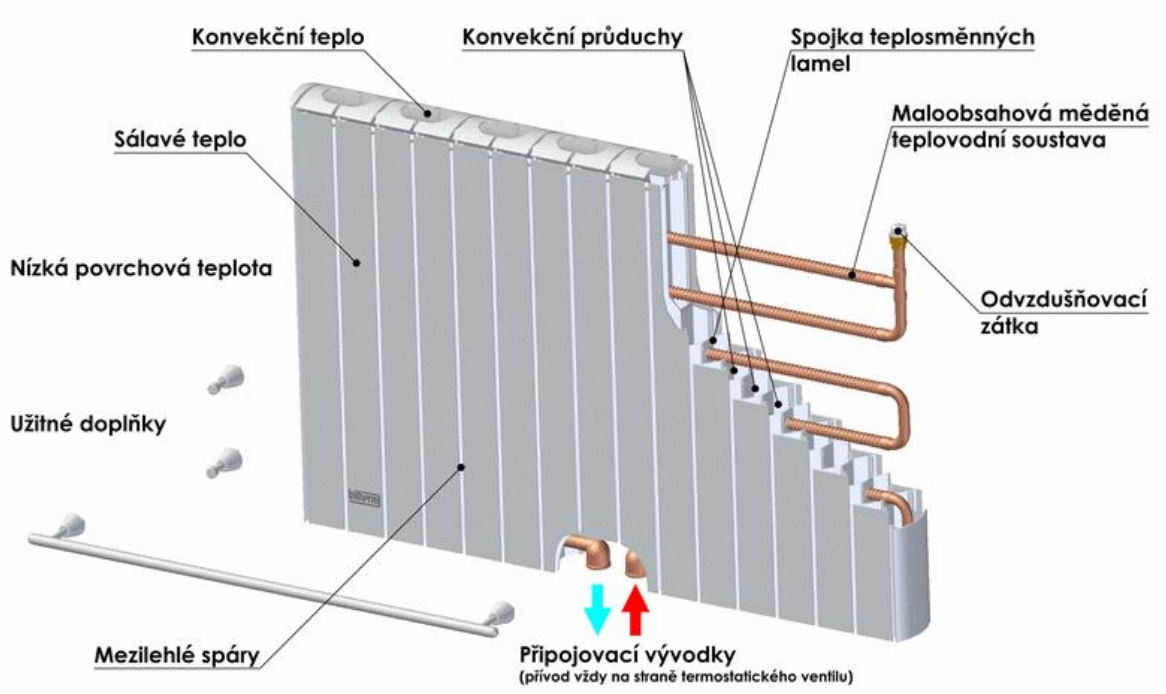
5.2 Nová technologie Bitherm

Otopná tělesa Bitherm jsou konstruovaná z rovnoběžně poskládaných hliníkových lamel, které vytvářejí v sestavě mnohanásobné konvekční průduchy a čelní sálavé výhřevné plochy. Sestavou lamel je příčně provedena měděná trubková soustava, která je konstrukčně upravena tak, aby umožnila napojení teplovodní otopné soustavy ústředního vytápění. Nízký obsah topného média v trubkové soustavě zajišťuje pružnou a snadnou regulaci vytápění.

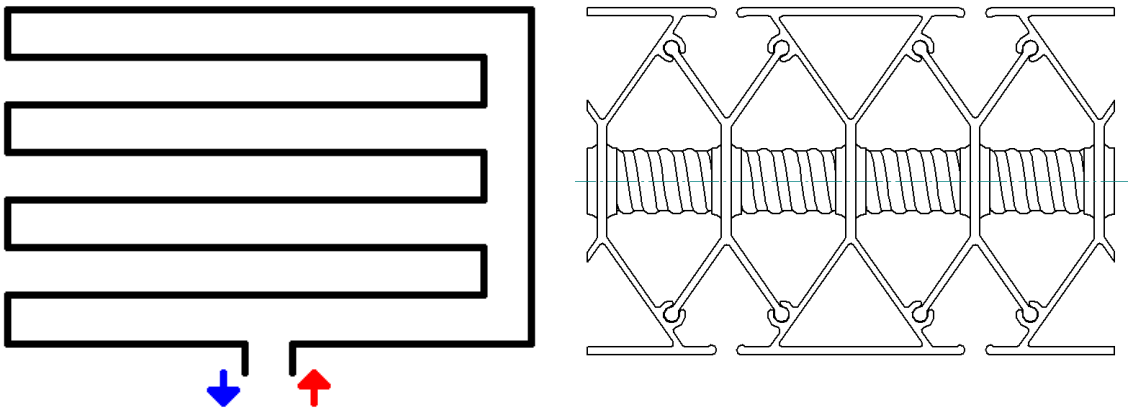
První bod nové technologie spočívá v zalisování trubek do lamel za použití kuličkového tvářecího závitníku. Tím je dosaženo pevnějšího a trvanlivějšího spoje trubky a lamely s větší přestupnout plochou. Vnitřní závit trubky slouží k docílení turbulentního proudění topného média. Takto zalisovanému tělesu je zvýšen tepelný výkon až o 5%.

Druhým bodem zlepšení technologie je sériové uspořádání trubek, které jsou zapojené do meandru otopného tělesa. Při zapojení otopného tělesa do teplovodní soustavy se zatékáním s hora dolů (*Obrázek 20*) je docíleno zvýšení tepelného výkonu až o 13%.

Při použití kuličkového tvářecího závitníku k zalisování spolu se sériovým zapojením trubek je dosaženo zvýšení tepelného výkonu až o 18%.



Obrázek 19 - Otopné těleso Bitherm vyrobeno technologií Bitherm Logic s použitím závitového zaválcování



Obrázek 20 - Sériové uspořádání trubek a zalisovaný spoj trubek a lamel u nové technologie výroby

6 Měření tepelného výkonu

Aby bylo možné zjistit a prokázat, zda je technologie zalisování trubek do prostupů lamel za pomoci kuličkového tvářecího závitníku oproti doposud používané technologii zalisování trubek a lamel výhodná, bylo provedeno měření tepelného výkonu na zkušebních vzorcích otopných těles Bitherm, u kterých bylo dosaženo již citovaných výsledků (LAPÁČEK, 2011). Pro ověření přínosu závitového zaválcování trubek do prostupů teplosměnných lamel i u jiných výrobků s podobnou konstrukcí byla technologie také aplikována na vzorcích otopných registrů Licon OR-J2-100. Za účelem prokázání přínosu této nové technologie bylo i zde provedeno měření tepelných výkonů a jejich porovnání viz. (LAPÁČEK, 2011).

Předmět měření

Předmětem měření bylo porovnání tepelných výkonů otopných registrů Licon OR-J2-100, jejichž výrobcem je společnost Licon Heat s.r.o.. Odlišnost měřených vzorků spočívalo v odlišném způsobu zalisování měděných trubek do prostupů hliníkových lamel přenášejících teplo z topného média konvekčním sdílením do prostotu.

Měřený otopný registr byl měřen nejprve po originálním zalisování měděných trubek do prostupů hliníkových lamel (vzorek A). Po provedeném měření byl vzorek závitově zalisován tvářecím kuličkovým závitníkem a měření bylo opakováno (vzorek B).

U otopných těles se rychlosti průtoků topného média pohybují v laminární oblasti. Vliv závitového zaválcování měděných trubek do prostupů hliníkových lamel za pomoci kuličkového tvářecího závitníku se projevuje právě v této oblasti, která je definována Reynoldsovým kritériem Re < 2300.

Tabulka 1 - Parametry měřených otopných registrů

Rozměr	50 x 120 x 1000 mm
Připojovací závit	G1/2“ vnitřní
Připojovací rozteč	60 mm
Teplonosná látka (Topné médium)	Voda
Hmotnost otopného registru	1,33 kg
Objem kapaliny vzorků	0,414 l
Vnitřní průměr měděné trubky	17,5 mm
Tloušťka stěny trubky	0,6 mm
Tloušťka hliníkové lamely	0,2 mm
Počet hliníkových lamel vzorek A, C	161 ks
Počet hliníkových lamel vzorek B	162 ks
Počet hliníkových lamel vzorek D	194 ks
Styčná plocha Cu – Al vzorku A, C, D	0,101 m^2
Styčná plocha Cu – Al vzorku B	0,102 m^2
Vzdálenost mezi Al lamelami vzorku A, C	5,54 mm
Vzdálenost mezi Al lamelami vzorku B	5,58 mm
Vzdálenost mezi Al lamelami vzorku D	4,58 mm
Sestava Al lamel vzorku A, C	892 mm
Sestava Al lamel vzorku B	905 mm
Sestava Al lamel vzorku D	890 mm
Poloha umístění	Vodorovná na plocho

Z tabulky (*Tabulka 3 – Naměřené hodnoty měřeného vzorku*) je vidět pozitivní vliv na tepelný výkon v oblasti proudění topného média. Jelikož se v praxi v otopných soustavách nedosahuje rychlostí proudění vyšších než je Reynoldsovo kritérium Re < 2300, lze považovat novou technologii závitového zaválcování za optimální řešení pro zvýšení tepelných výkonů otopných registrů shodné a podobné konstrukce. Více viz: (LAPÁČEK, 2011).

Tabulka 2 - Naměřené hodnoty měřeného vzorku

Vzorek	**A bez závitového zaválcování**	**B se závitovým zaválcováním**
Průtok Q_v [m^3/s^{-1}]	50 l/hod	
Reynoldsovo číslo *Re*	2019	
Vstupní teplota T_{w1} [°C]	74,70	76,28
Výstupní teplota T_{w2} [°C]	68,64	69,19
Teplota okolí T_D [°C]	23,52	24,97
Tepelný výkon pro ΔT = 50 K [W]	381	425

Obrázek 21 - Otopný registr Licon OR-J2-100 (měřený vzorek)

7 Návrh závitníku

V předchozích kapitolách jsme se seznámili se všemi důležitými faktory a okolnostmi týkajících se zalisování teplosměnných měděných trubek do prostupů hliníkových lamel v otopných tělesech Bitherm a otopných registrů Licon. Podle těchto poznatků bude nynějším úkolem navrhnout tvářecí kuličkový závitník, který bude vyhovovat všem zmiňovaným nárokům.

7.1 Požadavky na závitník

- Použití pro zalisování otopných těles a registrů s vnitřním průměrem trubek 10 mm.
- Musí vytvářet oblý závit s konstantním stoupáním a při této operaci musí docházet jak mezi závitníkem a trubkou, tak i mezi kuličkami a tělem závitníku k co možná nejmenšímu tření.
- Hlavní částí tvářecího závitníku by měl být rotační válcovací trn s pracovní hlavicí, ve které budou uloženy válcovací kuličky.
- Válcovací kuličky by měli být v pracovní hlavici uloženy tak, aby bylo možné nastavit míru jejich radiálního vyložení.
- Navrhnout uchycení závitníku do vrtačky.

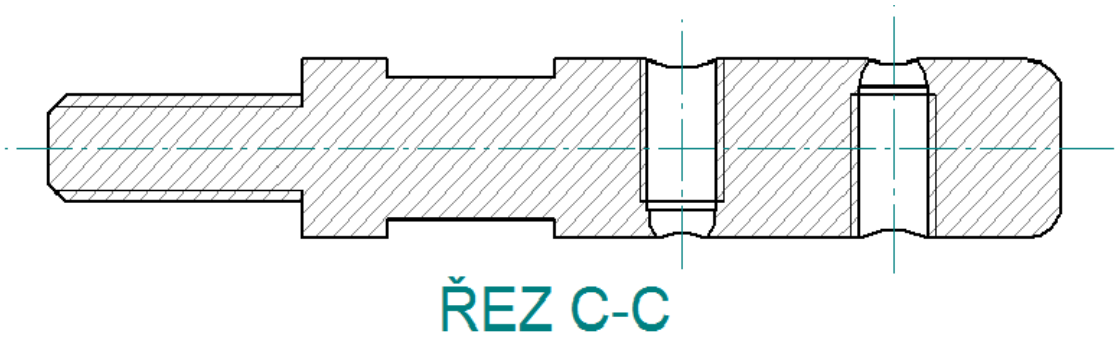
Stávající závitník používaný pro zalisování teplosměnných měděných trubek do hliníkových lamel otopných těles společnosti ELVL s.r.o. má životnost 1000m zalisovaných trubek, poté dochází k defektům na závitníku, které se projevují deformací kuličkového sedla a následným vyvalením obvodových válcovacích kuliček. Protože je třeba po vytlačení závitu do trubky dostat závitník z trubky zpět stejným otvorem jako byl zaveden dovnitř, musí být navrženo upevnění hlavice závitníku tak, aby to při použití levotočivých otáček bylo možné.

Tyto nedostatky se tedy pokusím eliminovat v této kapitole. Při návrhu bylo postupováno tak, aby návrh co možná nejvíce odpovídal a vyhovoval požadavkům.

7.2 Stávající závitník

Společnost ELVL s.r.o. začala první tvářecí závitník testovat v roce 2008. Od té doby byl tvářecí závitník navržen v mnoha provedeních. Stávající tvářecí závitník je schopen zalisovat „pouze“ 1000m trubek, poté dochází k zadírání a válcovací kuličky se začínají vyvalovat. Tím při zalisování vzniká značné tření, které je třeba eliminovat. Samotná výroba tohoto nástroje je značně nákladná, proto je třeba jeho životnost co možná nejvíce prodloužit.

Uvedu zde pro příklad několik závitníků v minulých i stávajících podobách pro lepší orientaci. Zde vyobrazené závitníky pocházejí z výkresové dokumentace společnosti ELVL s.r.o.

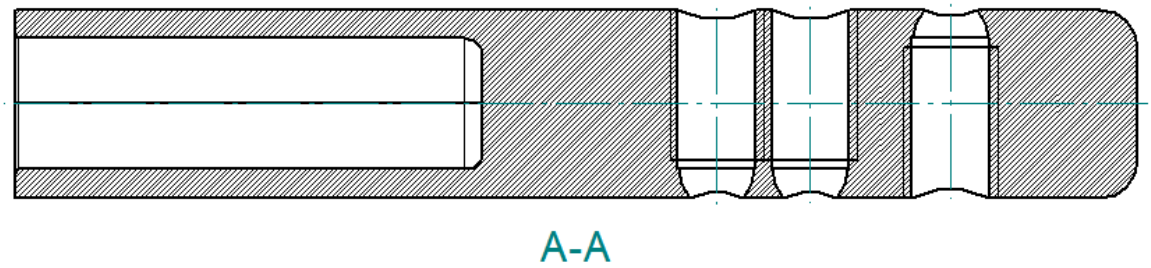


Obrázek 22 - Řez závitníkem (první s pouze dvěmi zalisovacími kuličkami)

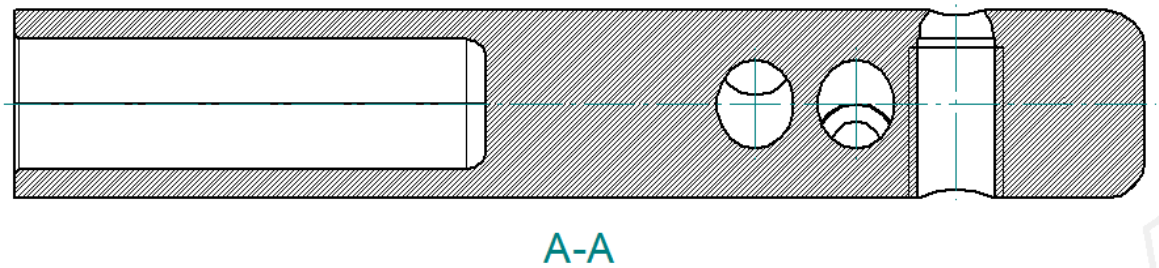
Závitník v takovéto podobě (*Obrázek 23*) ovšem pro zalisování nebyl příliš vhodný kvůli svým pouze dvěma zalisovacím obvodovým kuličkám. V důsledku toho konstantní stoupání závitu bylo těžko proveditelné až nemožné. Další velkou nevýhodou bylo značné tření vznikající při zalisování trubek do lamel.

Po výrobě a samotném testu závitník nevyhovoval kladeným požadavkům, proto bylo navženo několik dalších podob závitníku *(Obrázek 24, Obrázek 25)*, ovšem ani takto navržený závitník nesplňoval svůj účel a nevyhovoval nárokům pro které byl navrhován. Ať už bylo přidáno více zalisovacích odvodových kuliček, bylo změněno celé vlastní tělo závitníku či byly provedeny jiné úpravy, doposud je na nástroji stále co zlepšovat a nástroj sloužící k provádění technologie závitového zaválcování zdokonalovat.

Stávající tvářecí závitník je vyroben z nástrojové oceli třídy 19.

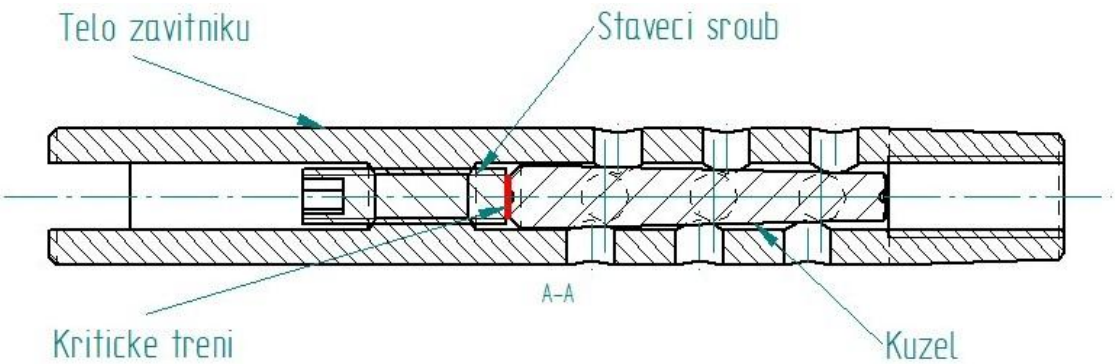


Obrázek 24 – Řez hlavicí se třemi obvodovými kuličkami



Obrázek 23 - Řez hlavicí s vyosenými kuličkami

Problémem stávajícího závitníku je vysoké tření, které při procesu zalisování vzniká uvnitř závitníku mezi hlavicí a vnitřním kuželem. Ten zajištuje možnost nastavení míry radiálního vyložení tvářecích kuliček. Kužel je opírán o stavěcí šroub, který slouží k nastavení požadovaného vyložení kuliček. Stavěcí šroub je uložen v zadní stěně, která je provrtána a je zde metrický závit. Příčinnou zadírání je tlak stavěcího šroubu a přilehlé vnitřní stěny závitníku na plochu vnitřního kužele. Prvním bodem návrhu je tedy odstranění nebo alespoň částečné eliminování tohoto tření a následného zadírání.

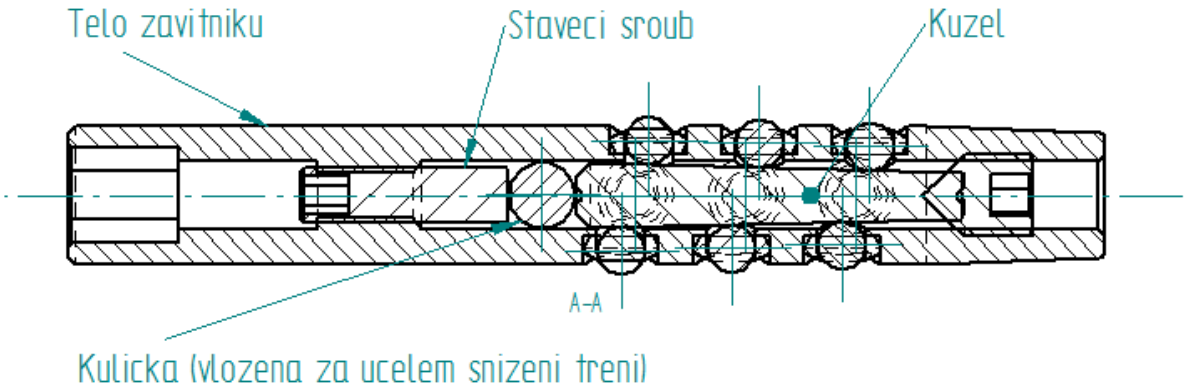


Obrázek 25 - Řez jedním z navržených závitníků s vyznačeným místem kritického tření mezi kuželem a stavěcím šroubem

7.3 Navržené úpravy závitníku

Při myšlence odstranění kritického tření se přímo nabízí řešení použít valivého ložiska. Avšak po prozkoumání nabídky ložisek na trhu je tato varianta vzhledem k malým rozměrům závitníku vyloučena. Další možností je, co možná nejvíce zmenšit plochu mezi kuželem a stavěcím šroubem. Toho by se dalo docílit vymezením kužele a stavěcího šroubu ložiskovou kuličkou.

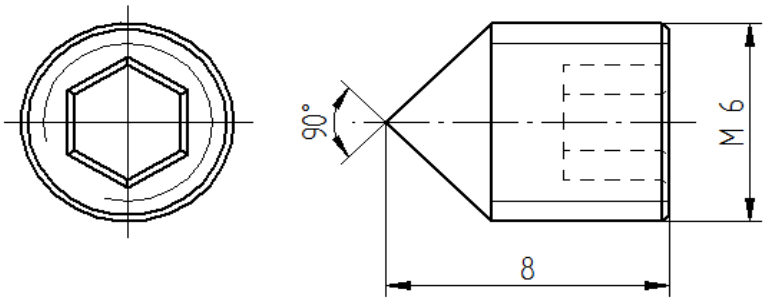
Pro aplikaci bylo třeba upravit rozměry závitníku tak, aby se zachovalo dosavadní rozmezí radiálního vyložení válcovacích obvodových kuliček. To bylo vyřešeno posunutím vnitřního závitu, který vede stavěcí šroub o 3 mm od nástrojové hlavy závitníku směrem k patě závitníku, ve které je zhotoven upevňovací šestihran. Tím vznikl prostor pro umístění ložiskové kuličky o průměru 4,5 mm. Ložisková kulička takovýchto rozměrů je pro tento účel dostačující.



Obrázek 26 - Řez závitníkem s vloženou vymezovací kuličkou

Vnitřní kužel má stoupání 3° dle ČSN 01 0204 a na čelní straně je v otvoru volný. Proto je třeba vyřešit problém případného vyosení kužele, aby se zajistilo souměrné vyložení obvodových válcovacích kuliček. Otázka tedy zní: „Jak zajistit kužel souose s hlavicí závitníku?“

Byl navržen šroub M6 s rozměry dle ČSN 01 4013 a čelním úhlem 90°, který zajistí a vystředí kužel v hlavici ze strany protilehlé kuličce. Po zavedení šroubu do hlavice a jeho dotažení špička zapadne do malého zápichu ve středu čela kužele. V důsledku toho dojde k zajištění kužele osově souměrně s hlavicí a zajistí se rovnoměrné vyložení obvodových zalisovacích kuliček.



Obrázek 27 - Zajišťovací šroub M6

Aby bylo možné závitník dostat z otopného registru stejným otvorem v trubce, kterým byl zaveden dovnitř, musí být uchycení navrženo tak, aby po zalisování trubky při přepnutí na levé otáčky pohonu závitník urazil stejnou dráhu zpět.

Byl proto v patě závitníku zhotoven klasický šestihran o velikosti 6 mm s tolerancí +0,2 mm s hloubkou vyfrézování 12 mm. A jelikož délky trubek v otopných tělesech Bitherm jsou nejčastěji 1000 mm (může být vyroben v jakékolik požadované délce), musel být navržen nástavec, který bude možné uchytit z jedné strany na pohon a na straně druhé bude nasazen tvářecí závitník.

Pro výrobu bude použita kruhová hlazená tažená ocel 14 340 s třídou přesnosti H12, ČSN 42 6510. Nástavec bude 1000 mm dlouhý a na obou koncích bude zhotoven šestihran o velikosti 6 mm s tolerancí -0,1 mm a délka zfrézované plochy bude 12 mm.

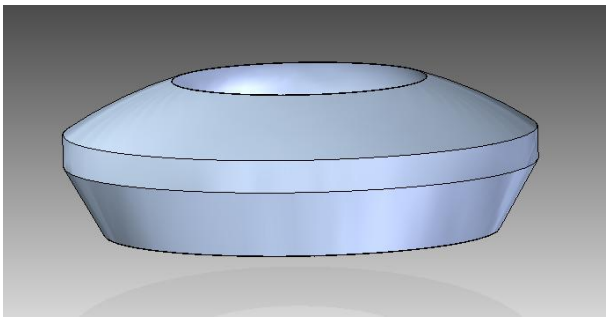
Všechny součásti tvářecího závitníku budou vyrobeny z materiálu 14 340 s následnou nitridací. Tím získáme tvrdost 1050 HV, což je oproti původnímu závitníku vyrobeného z oceli třídy 19 u které se tvrdost pohybuje běžně okolo 1000 HV minimálně srovnatelné. MOŽNO POUŽÍT NÁSTROJOVOU OCEL 19 552.

7.4 Uložení obvodových válcovacích kuliček

Z důvodu trvanlivého uložení obvodových válcovacích kuliček v hlavici závitníku musí mít otvory pro kuličky vyrobena tzv. sedla. Kvůli těmto sedlům byly navrženy dvě verze závitníku.

První ekonomicky na výrobu přijatelnější má otvory vrtané klasickým vrtákem o průměru 3,5 mm, vrchní hrany jsou nepatrně zklepané aby vznikl „otřep“, který bude zabraňovat samovolnému uvolnění a vypadnutí kuliček z hlavice závitníku.

Druhá verze je technicky dokonalejší ovšem je u ní výrazně dražší a složitější výroba. U této verze jsou díry válcově zahloubeny. Průměr díry je 3,5 mm, rozměr válcového zahloubení je Ø 5,5 H7 a jeho hloubka činní 2 mm. Do zahloubení přijde zalisovat vložka. Jsou dvě možnosti jak vložku zajistit. První možností je lepení. Druhá možnost zalisování. Při návrhu jsem uvažoval možnost druhou – zalisování. Přesnost válcového zahloubení díry je H7, vložka musí být pevně uložena, přesnost vložky tedy bude p6 – první pevný spoj. Vznikne tedy pevné uložení H7/p6. Pro zalisování je vložka zkosena 0,8 x 30°.



Obrázek 28 - Model ocelové vložky

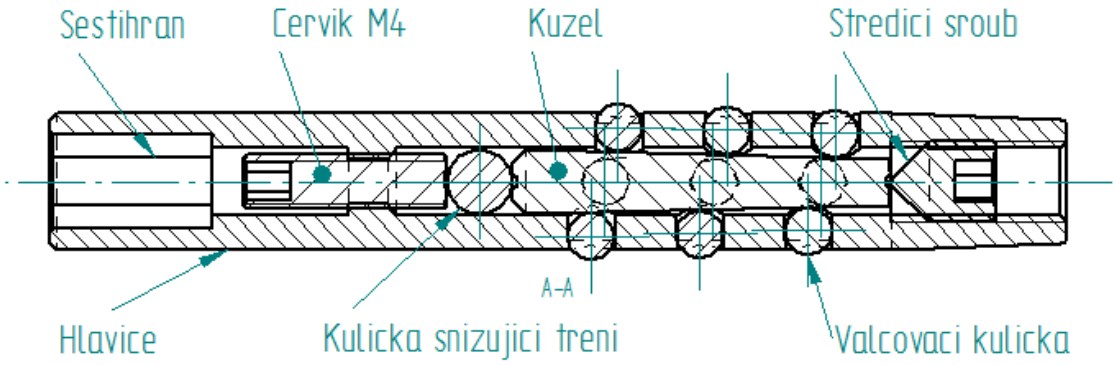
7.5 Výrobní dokumentace

Hlavní částí dokumentace je výkres celkové sestavy tvářecího závitníku, na kterém nalezneme hlavní rozměry sestavy (v našem případě délka a průměr) a odkazové čáry s pozicemi jednotlivých dílů sestavy. Jednotlivé díly sestavy jsou dále rozkresleny na detailních výkresech, které jsou součástí celkové dokumentace. Nedílnou součástí dokumentace je kusovník, to je seznam všech dílů sestavy udávající číslo pozice daného dílce, jeho název, normu, číslo jeho detailního výkresu a počet kusů.

Seznam výkresů sestavy závitníku je následující:

POZ.	NÁZEV	POLOTOVAR	ČÍSLO VÝKRESU	HMOT. [Kg]	MNOŽ.
1.	HLAVICE	KR12-80 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/01A3		1
2.	KUŽEL	KR5-40 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/02A4		1
3.	ČERVÍK M4	KR6-18 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/03A4		1
4.	ŠROUB M6	KR8-12 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/04A4		1
5.	KULIČKA 4,5 mm	ČSN ISO 3290			1
6.	KULIČKA 3,5 mm	ČSN ISO 3290			12

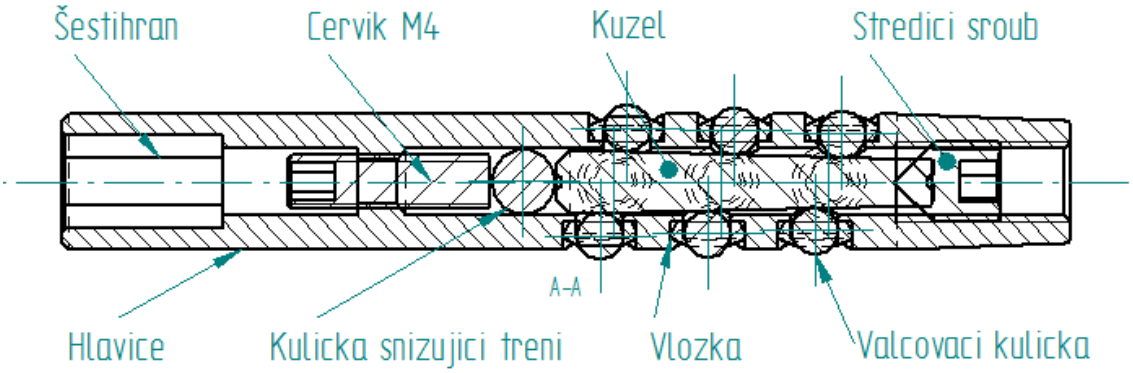
Obrázek 29 - Kusovnik sestavy se sklepnutými dírami



Obrázek 30 - Řez závitníkem ve finální podobě - verze se sklepnutými dírami

POZ.	NÁZEV	POLOTOVAR	ČÍSLO VÝKRESU	HMOT. [Kg]	MNOŽ.
1.	HLAVICE	KR12-80 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/01A3		1
2.	KUŽEL	KR5-40 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/02A4		1
3.	ČERVÍK M4	KR6-18 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/03A4		1
4.	ŠROUB M6	KR8-12 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/04A4		1
5.	KULIČKA 4,5 mm	ČSN ISO 3290			1
6.	KULIČKA 3,5 mm	ČSN ISO 3290			12
7.	VLOŽKA	ČSN 42 3145			12

Obrázek 31 - Kusovnik sestavy závitníku s vložkou



Obrázek 32 – Řez závitníkem – verze s vložkami

8 Závěr

Úkolem této absolventské práce bylo navrhnout tvářecí kuličkový závitník k zalisování teplosměnných měděných trubek do hliníkových lamel otopných těles Bitherm společnosti ELVL s.r.o., a docílit tak zvýšení tepelného výkonu otopných těles turbulentním prouděním topného média v trubce a zároveň pevnějšího spoje mezi zalisovanou trubkou a lamelou. Tento úkol byl splněn, výsledkem této práce jsou dvě verze tvářecího závitníku, který vytlačuje na trubce vnější oblý závit s konstantním stoupáním.

Závitník byl navržen tak, aby se zalisovací obvodové kuličky co možná nejméně přidíraly a plnily tak co možná nejlépe svou funkci a zároveň náklady na jeho výrobu byly v rámci možností co nejnižší. K závitníku byl navržen tyčový nástavec pro spojení závitníku s pohonem. Výsledkem práce je technická dokumentace k výrobě dvou verzí tvářecího závitníku, vypracována v konstrukčním programu Solid Edge ST3. Výrobní dokumentace je součástí této práce a čtenář ji nalezne jak v tištěné podobě mezi přílohami, tak i v podobě elektronické (soubory .par, .asm a .dtf) na přiloženém DVD.

LITERATURA

VAVŘIČKA, R. *Proudové a teplotní pole u deskových otopných těles*. Praha, 2007. Disertace. ČVUT.

VAVŘIČKA, R. *Teplovodní otopné soustavy konvekční.* Praha: ČVUT. [cit. 2012-03-16] Dostupné z: http://www.fsid.cvut.cz/~vavrirom/Kurz%20Vytapeni/Sylabus%20-%20Otopne%20soustavy%20teplovodni%20-%20%20Kurz%20vytapeni.pdf

Zalisovaný spoj trubky a lamely otopného tělesa, způsob jeho výroby a nástroj k provádění tohoto způsobu [patent]. Česká Republika. 301687. Uděleno 14.04.2010.

EKOMPLEX: *Systémy vytápění budov a místností.* [online]. [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: http://www.topeni-topenari.eu/topeni/systemy-vytapeni.php

EKOMPLEX: *Otopná tělesa*. [online]. [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: http://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa.php

LAPÁČEK, F. *Měření tepelného výkonu otopných registrů*. ELVL s.r.o. Sezimovo Ústí, 2011.

Příloha A

Použitý software

Solid Edge ST3 http://www.solidedge.com

Microsoft Word 2007 http://www.microsoft.com/cze/office/2007

Mircosoft Excel 2007 http://www.microsoft.com/cze/office/2007

XnView http://www.xnview.com

Příloha B

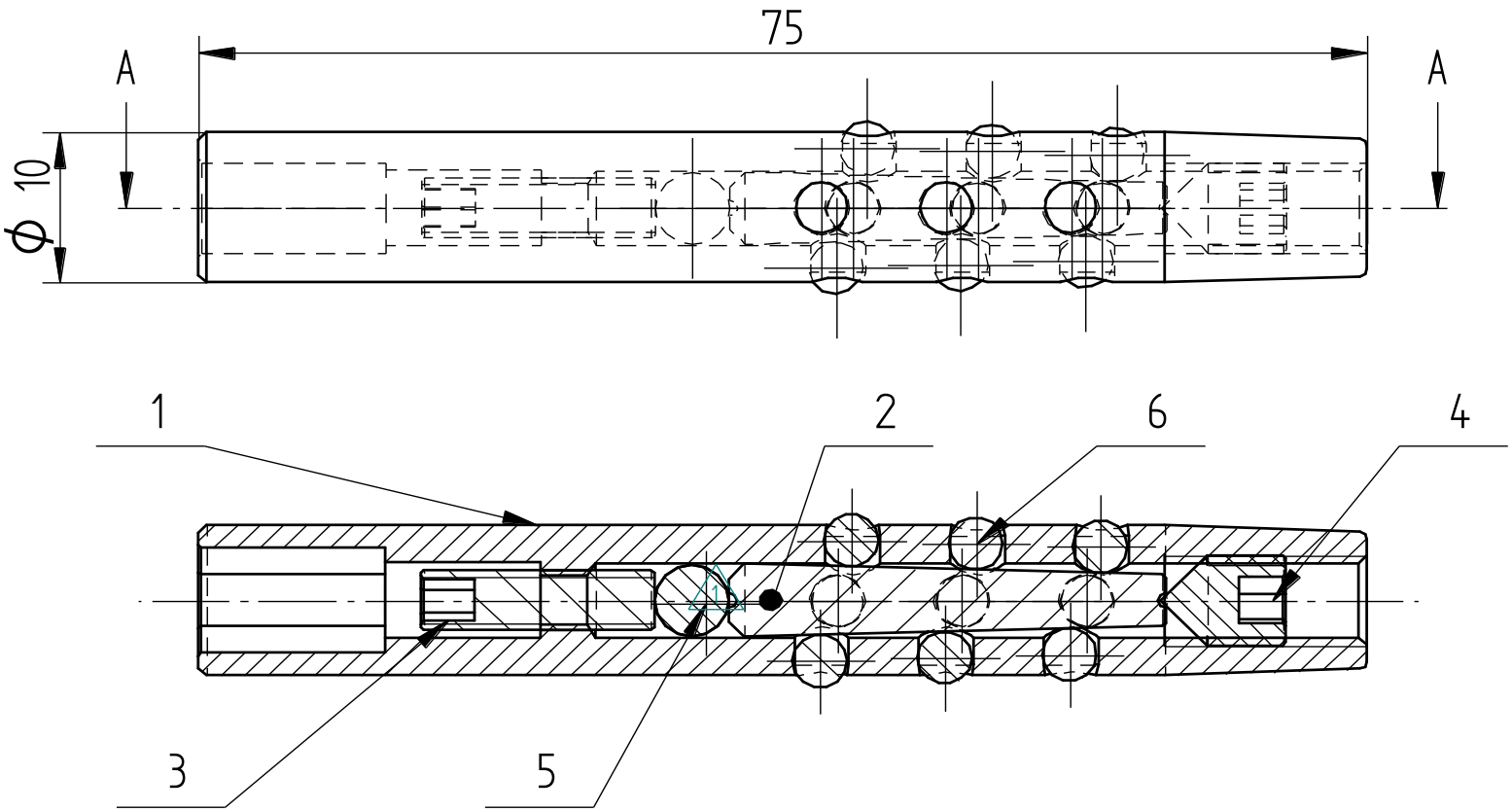
Obsah přiloženého DVD

K této práci je přiloženo DVD s následující adresářovou strukturou:

- Absolventská práce ve formátu PDF
- Technická dokumentace – Závitník se sklepnutými dírami
- Technická dokumentace – Závitník s vložkou
- Technická dokumentace – Nástavec

Příloha C

Technická dokumentace



POZ.	NÁZEV	POLOTOVAR	ČÍSLO VÝKRESU	HMOT. [Kg]	MNOŽ.
1.	HLAVICE	KR12-80 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/01A3		1
2.	KUŽEL	KR5-40 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/02A4		1
3.	ČERVÍK M4	KR6-18 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/03A4		1
4.	ŠROUB M6	KR8-12 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/04A4		1
5.	KOLÍČKA 4 mm	ČSN ISO 8752			1
6.	KULIČKA 3,5 mm	ČSN ISO 3290			12

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

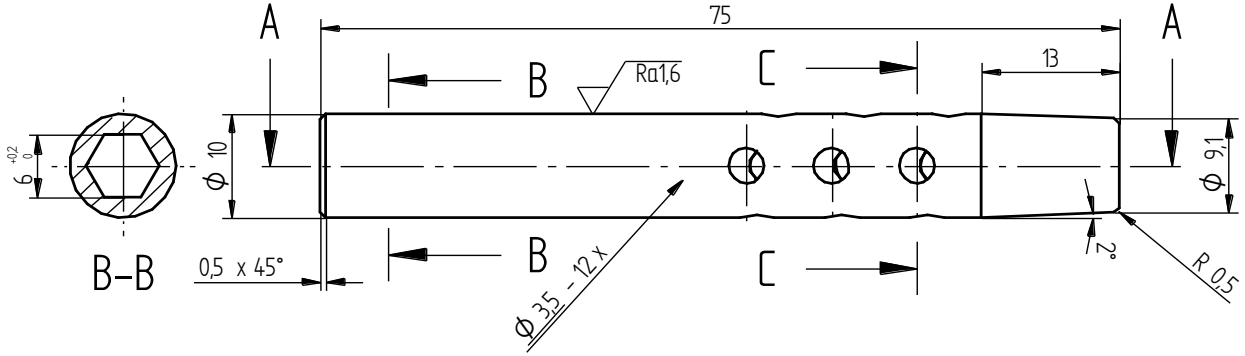
Změna	Datum	Index	Podpis
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko **2:1**	
Přezkoušel			
Technolog			
Normalizace	Starý výkres		
Schválil	Číslo seznamu		
Datum **03.04.2012**	Číslo sestavy		

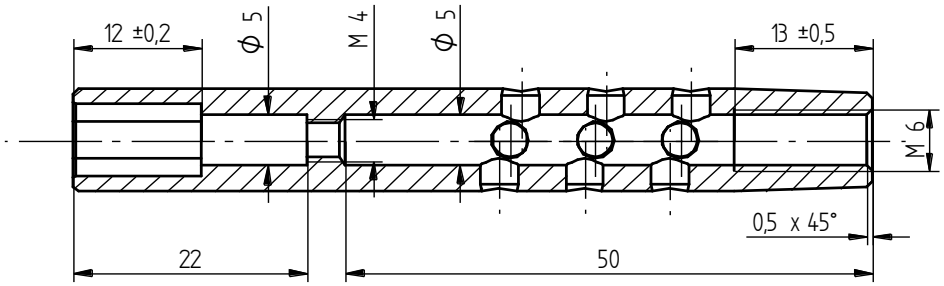
Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **001**
Tolerování **ISO 8015**	Polotovar	
Promítání	Čistá hmotnos	

VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí
Budějovická 421

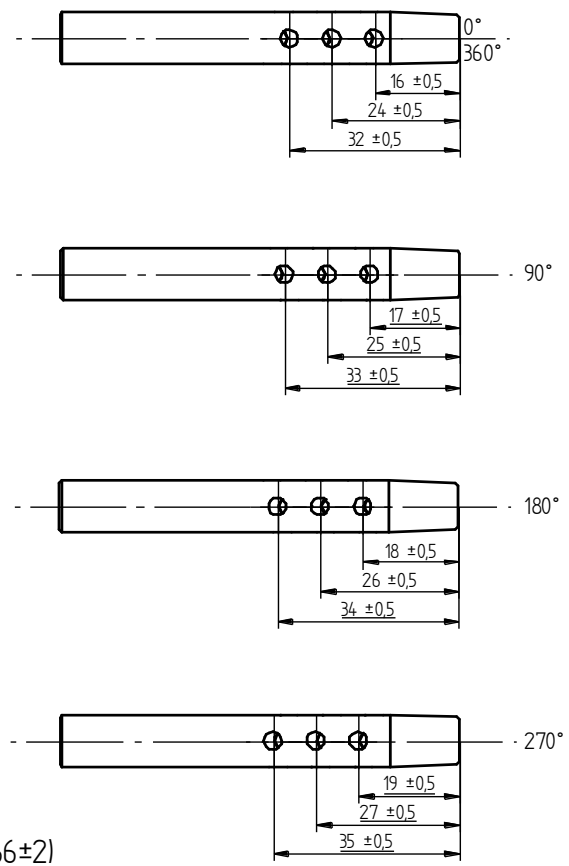
Název
ZÁVITNÍK 10 mm

Číslo výkresu
VOŠ3-2012/S1A3



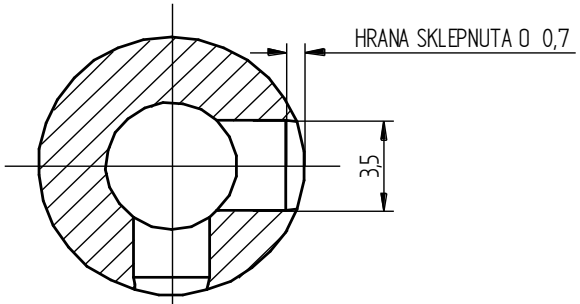


A–A

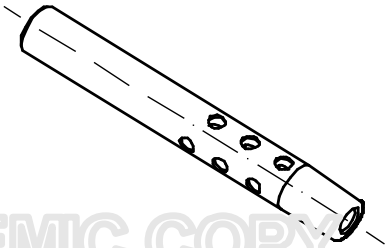


NITRIDOVÁNO HL=0,2 (HRC=66±2)
NEOKOTOVANE HRANY ZKOSIT 0,2 x 45°

Ra3,2

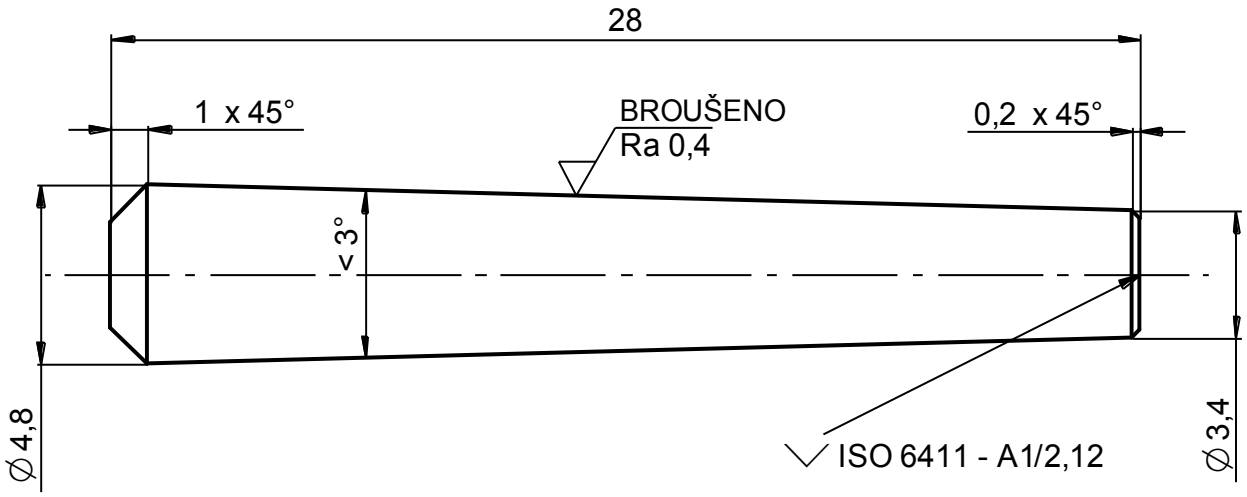


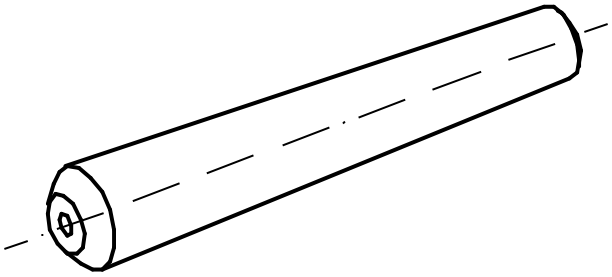
C–C



				Přesnost	Materiál 14 340	T.O. 001
				Tolerování ISO 8015	Polotovar	
				Promítání	Čistá hmotnos	
				VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Budějovická 421		
Změna	Datum	Index	Podpis			
Navrhl Bečvář	Poznámka	Měřítko 2:1 (1:1, 5:1)		Název HLAVICE		
Přezkoušel						
Technolog						
Normalizace	Starý výkres			Číslo výkresu VOŠ3-2012/01A3		
Schválil	Číslo seznamu					
Datum 05.04.2012	Číslo sestavy VOŠ3-2012/S1A3					

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



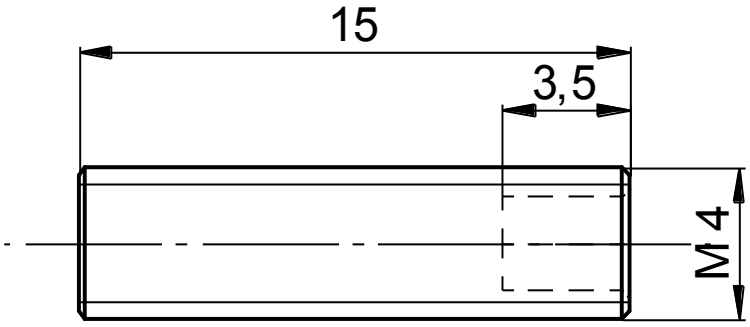


NITRIDOVÁNO HL=0,2 (HRC=66±2)

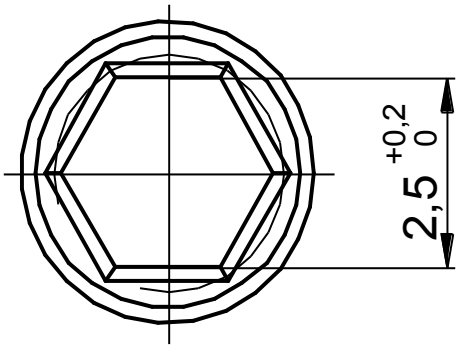
Ra 0,4

				Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **001**
				Tolerování **ISO 8015**	Polotovar	
				Promítání	Čistá hmotnos	
				VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Budějovická 421		
Změna	Datum	Index	Podpis			
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko **5:1**		Název **KUŽEL**		
Přezkoušel						
Technolog						
Normalizace	Starý výkres			Číslo výkresu **VOŠ3-2012/02A4**		
Schválil						
Datum **20.03.2012**	Číslo sestavy **VOŠ3-2012/S2A3**					

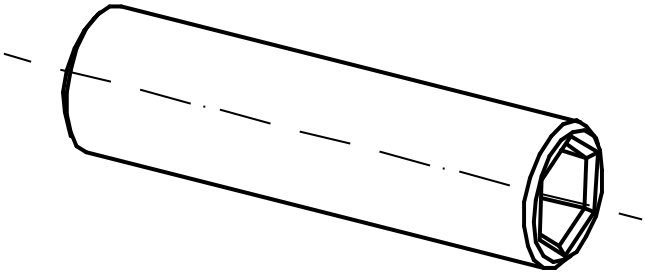
SOLIDEDGE ACADEMIC COPY



PODROBNOST VNITŘNÍHO ŠESTIHRANU



10:1

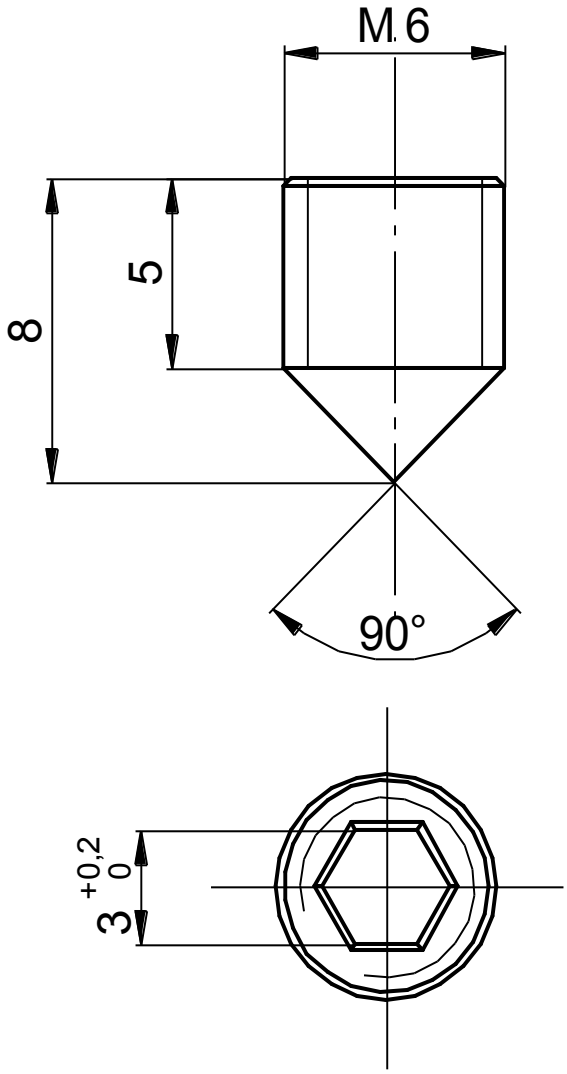


NITRIDOVÁNO HL=0,2 (HRC=66±2)
NEOKÓTOVANÉ HRANY ZKOSIT 0,2 x 45°

Ra3,2

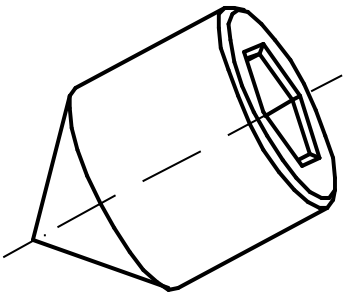
				Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **001**
				Tolerování **ISO 8015**	Polotovar **KR6-18 ČSN 42 5510**	
				Promítání	Čistá hmotnos	
				VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Budějovická 421		
Změna	Datum	Index	Podpis			
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko **5:1 (10:1)**		Název **ČERVÍK M4**		
Přezkoušel						
Technolog						
Normalizoval	Číslo výkresu **VOŠ3-2012/03A4**					
Schválil	Číslo seznamu					
Datum **06.04.2012**	Číslo sestavy **VOŠ3-2012/S2A3**					

SOLIDWORKS ACADEMIC COPY



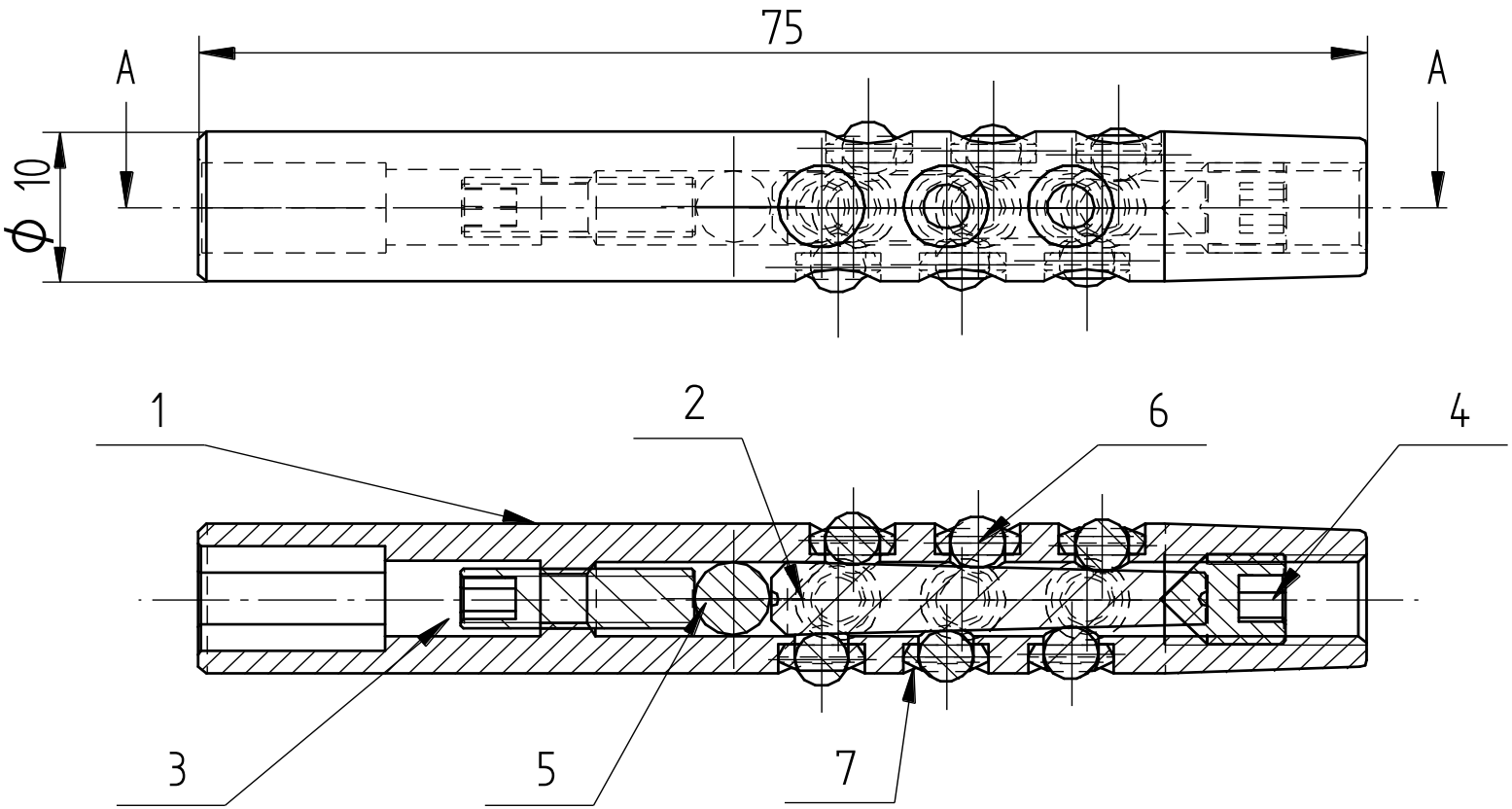
NITRIDOVÁNO HL=0,2 (HRC=66±2)
NEOKÓTOVANÉ HRANY ZKOSIT 0,2 x 45°

Ra3,2



				Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **001**
				Tolerování **ISO 8015**	Polotovar **KR8-12 ČSN 42 5510**	
				Promítání	Čistá hmotnos	
				VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Budějovická 421		
Změna	Datum	Index	Podpis			
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko **5:1**		Název **ŠROUB M6**		
Přezkoušel						
Technolog						
				Číslo výkresu **VOŠ3-2012/04A3**		
Schválil	Číslo seznamu					
Datum **06.04.2012**	Číslo sestavy **VOŠ3-2012/S2A3**					

SOLDIER/ACADEMIC.COM



POZ.	NÁZEV	POLOTOVAR	ČÍSLO VÝKRESU	HMOT. [Kg]	MNOŽ.
1.	HLAVICE	KR12-80 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/01A3		1
2.	KUŽEL	KR5-40 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/02A4		1
3.	ČERVÍK M4	KR6-18 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/03A4		1
4.	ŠROUB M6	KR8-12 ČSN 42 5510	VOŠ3-2012/04A4		1
5.	[illegible] M4 [illegible] mm	ČSN ISO 32[illegible]			1
6.	[illegible] mm	ČSN ISO 2[illegible]			12
7.	VLOŽKA	ČSN 42 3145			12

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

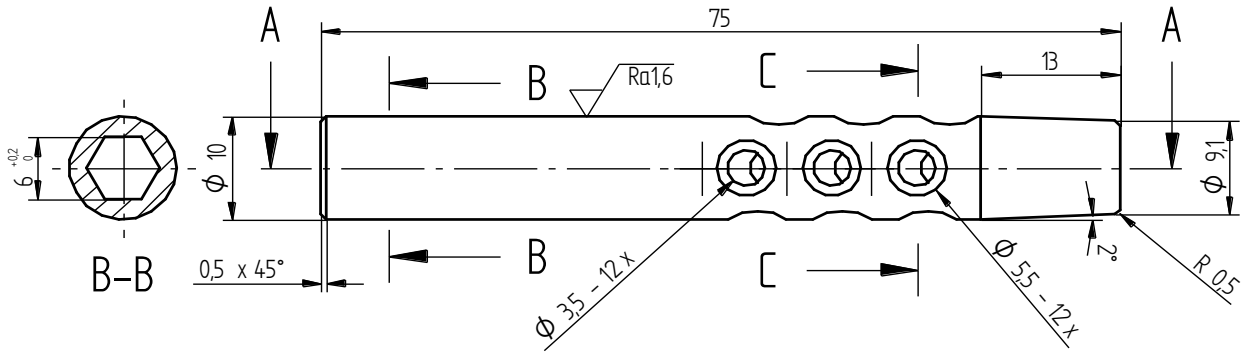
Změna	Datum	Index	Podpis
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko **2:1**	
Přezkoušel			
Technolog			
Normalizace	Starý výkres		
Schválil	Číslo seznamu		
Datum **03.04.2012**	Číslo sestavy		

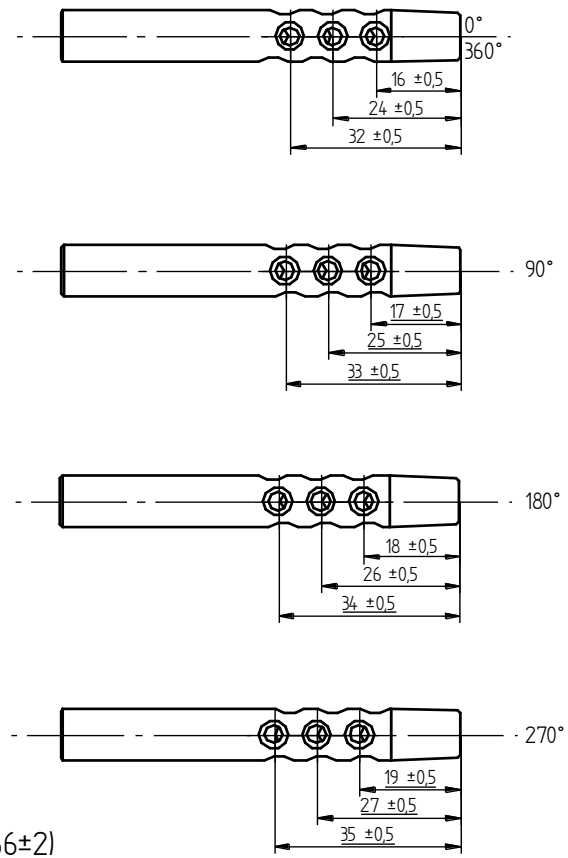
Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **001**
Tolerování **ISO 8015**	Polotovar	
Promítání	Čistá hmotnos	

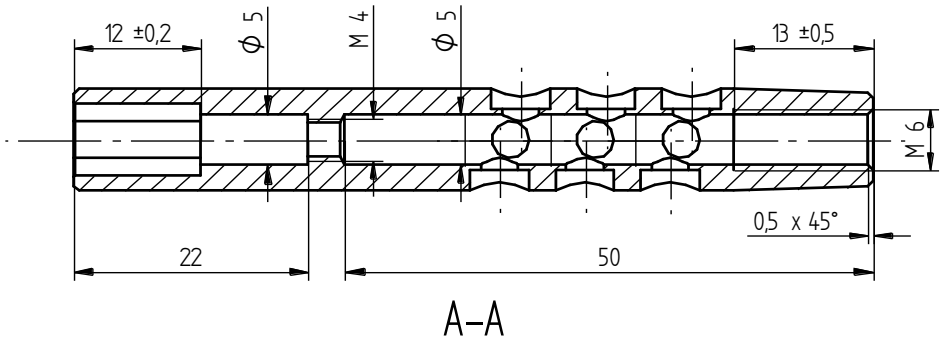
VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí
Budějovická 421

Název
ZÁVITNÍK 10 mm

Číslo výkresu
VOŠ3-2012/S2A3

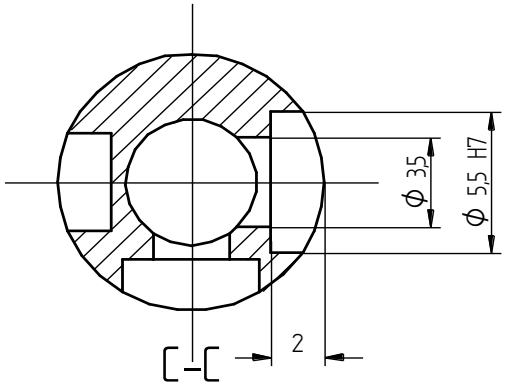


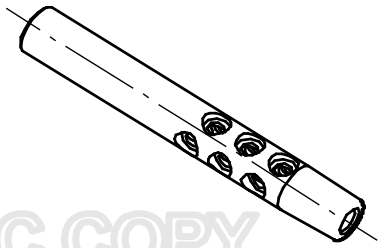




NITRIDOVÁNO HL=0,2 (HRC=66±2)
NEOKOTOVANE HRANY ZKOSIT 0,2 x 45°

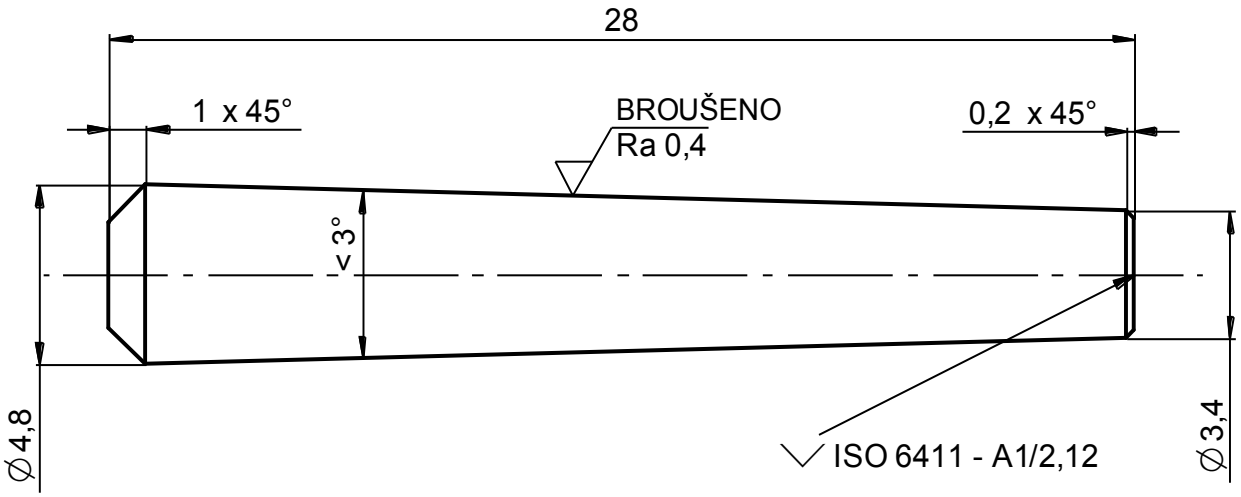
Ra3,2

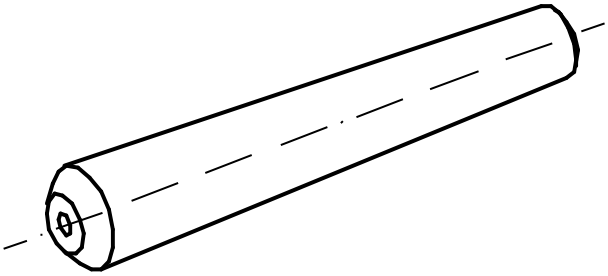




				Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **001**
				Tolerování **ISO 8015**	Polotovar **KR12-80 ČSN 42 5510**	
				Promítání	Čistá hmotnost	
Změna	Datum	Index	Podpis	VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Budějovická 421		
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko		Název **HLAVICE**		
Přezkoušel		**2:1 (1:1, 5:1)**				
Technolog						
Normalizace	Starý výkres			Číslo výkresu **VOŠ3-2012/01A3**		
Schválil	Číslo seznamu					
Datum **05.04.2012**	Číslo sestavy **VOŠ3-2012/S2A3**					

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



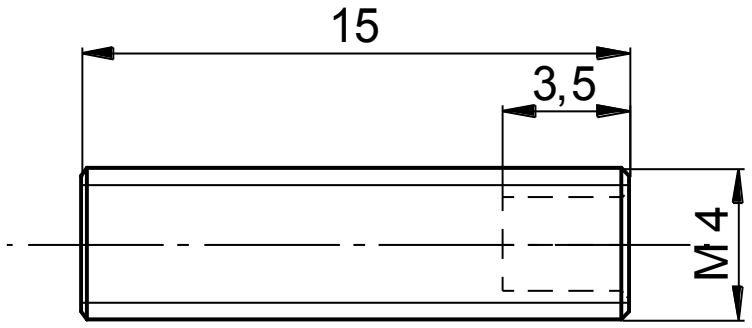


NITRIDOVÁNO HL=0,2 (HRC=66±2)

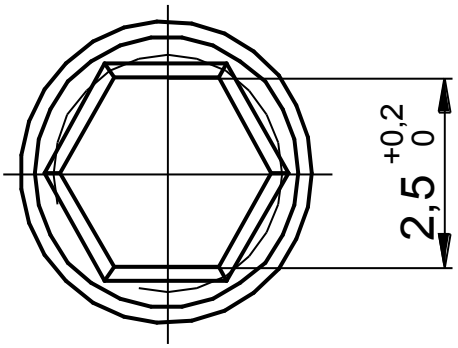
Ra 0,4

				Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **001**
				Tolerování **ISO 8015**	Polotovar	
				Promítání	Čistá hmotnos	
				VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Budějovická 421		
Změna	Datum	Index	Podpis			
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko **5:1**		Název **KUŽEL**		
Přezkoušel						
Technolog						
Normalizace	Starý výkres			Číslo výkresu **VOŠ3-2012/02A4**		
Schválil						
Datum **20.03.2012**	Číslo sestavy **VOŠ3-2012/S2A3**					

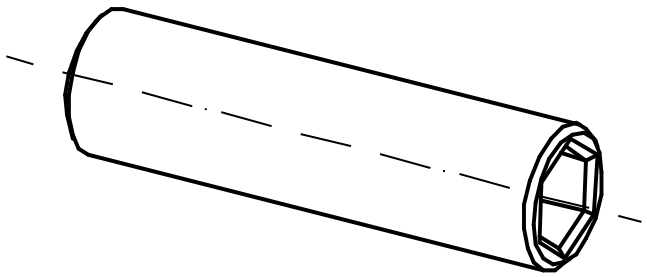
SOLIDEDGE ACADEMIC COPY



PODROBNOST VNITŘNÍHO ŠESTIHRANU



10:1

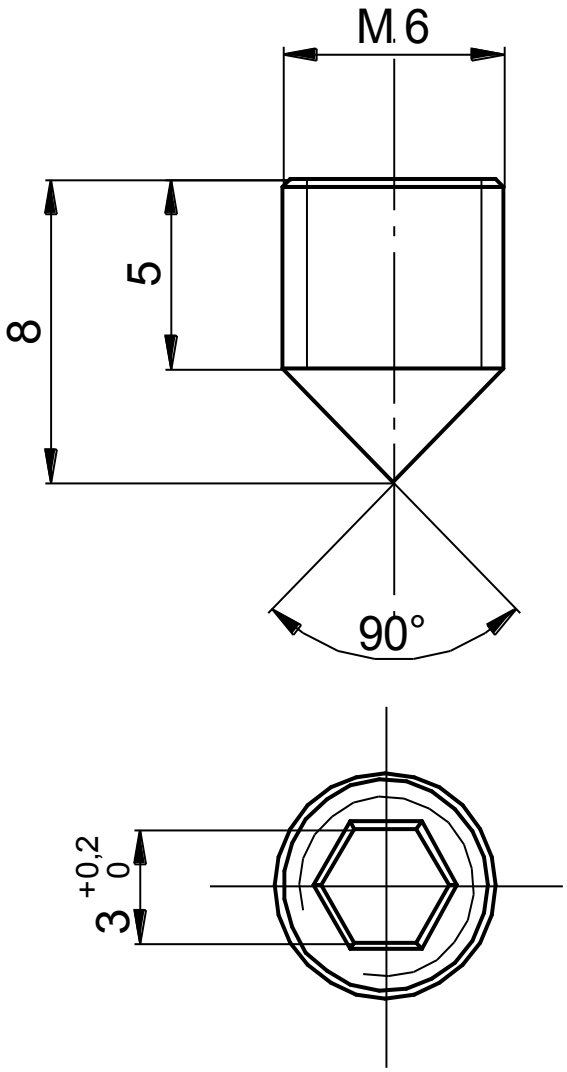


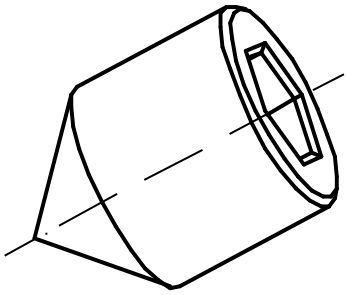
NITRIDOVÁNO HL=0,2 (HRC=66±2)
NEOKÓTOVANÉ HRANY ZKOSIT 0,2 x 45°

Ra3,2

				Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **001**
				Tolerování **ISO 8015**	Polotovar **KR6-18 ČSN 42 5510**	
				Promítání	Čistá hmotnos	
				VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Budějovická 421		
Změna	Datum	Index	Podpis			
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko **5:1 (10:1)**		Název **ČERVÍK M4**		
Přezkoušel						
Technolog						
N				výkresu **VOŠ3-2012/03A4**		
Schválil	Číslo seznamu					
Datum **06.04.2012**	Číslo sestavy **VOŠ3-2012/S2A3**					

SOLIDWORKS ACADEMIC COPY



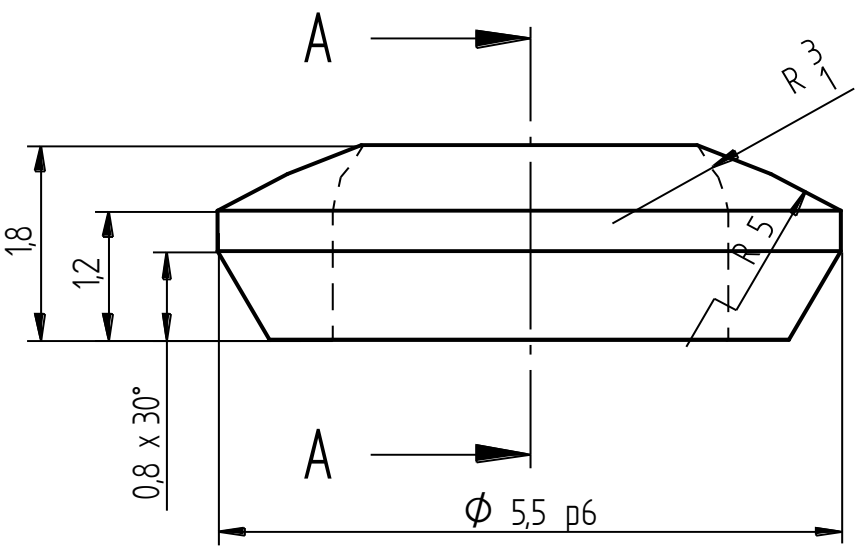


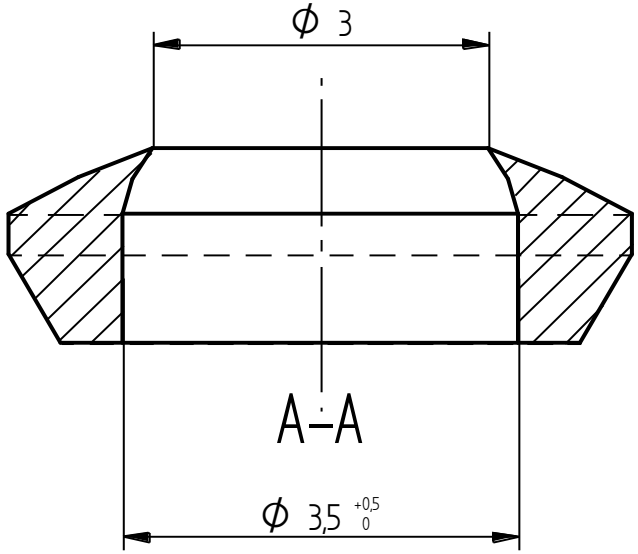
NITRIDOVÁNO HL=0,2 (HRC=66±2)
NEOKÓTOVANÉ HRANY ZKOSIT 0,2 x 45°

Ra3,2

				Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **001**
				Tolerování **ISO 8015**	Polotovar **KR8-12 ČSN 42 5510**	
				Promítání	Čistá hmotnos	
				VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Budějovická 421		
Změna	Datum	Index	Podpis			
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko **5:1**		Název **ŠROUB M6**		
Přezkoušel						
Technolog						
				Číslo výkresu **VOŠ3-2012/04A3**		
Schválil	Číslo seznamu					
Datum **06.04.2012**	Číslo sestavy **VOŠ3-2012/S2A3**					

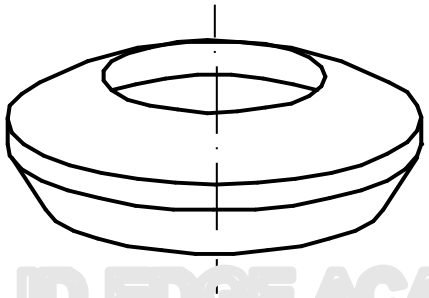
SOLIDWORKS ACADEMIC COPY





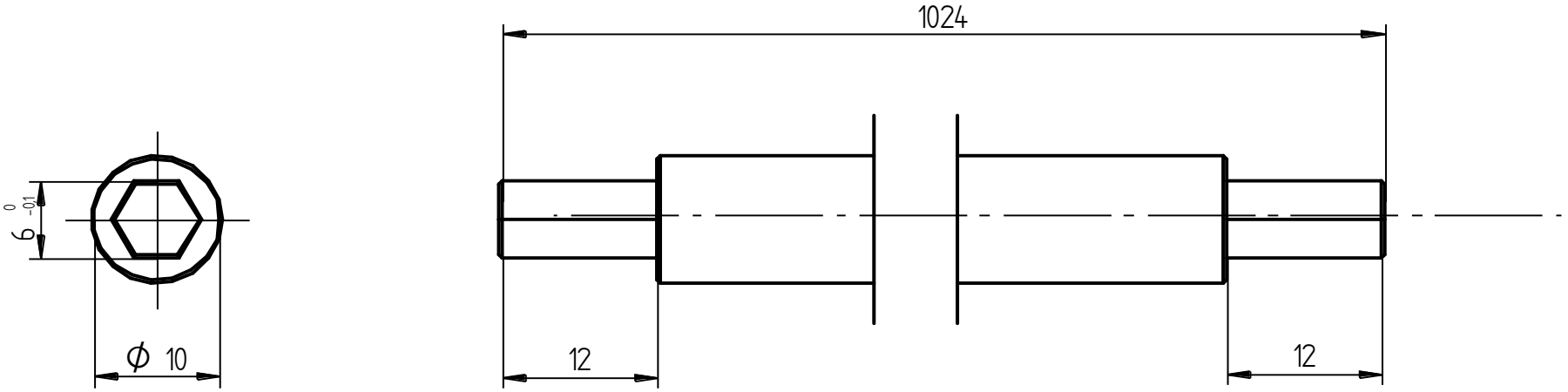
NITRIDOVÁNO HL=0,2 (HRC=66±2)
NEOKOTOVANE HRANY ZKOSIT 0,2 x 45°

Ra3,2



				Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **012**
				Tolerování **ISO 8015**	Polotovar	
				Promítání	Čistá hmotnos	
				VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Budějovická 421		
Změna	Datum	Index	Podpis			
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko **15:1 (10:1)**		Název **VLOŽKA**		
Přezkoušel						
Technolog						
Normalizace	tarý výkres			Číslo výkresu **VOŠ3-2012/05A4**		
Schválil	Číslo seznamu					
Datum **14.04.2012**	Číslo sestavy **VOŠ3-2012/S2A3**					

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



NITRIDOVÁNO HL=0,2 (HRC=66±2)
NEOKOTOVANE HRANY ZKOSIT 0,2 x 45°

Ra3,2

				Přesnost	Materiál **14 340**	T.O. **001**
				Tolerování **ISO 8015**	Polotovar **KR10-1050 ČSN42 5510**	
				Promítání	Čistá hmotnos	
				VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Budějovická 421		
Změna	Datum	Index	Podpis			
Navrhl **Bečvář**	Poznámka	Měřítko **1:2**		Název **NÁSTAVEC**		
Přezkoušel						
Technolog						
Normalizace	tarý výkres			Číslo výkresu **VOŠ3-2012/06A4**		
Schválil	Číslo seznamu					
Datum **14.04.2012**	Číslo sestavy					

SOLID EDGE ACADEMIC COPY