

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Fakulta základního zpracování dřeva

**Moderní tesařské práce s CNC dřevoobráběcími  
stroji Hundegger**

Diplomová práce

Autor: Roman Slapnička

Vedoucí práce: prof. Ing. Štefan Barcík, CSc.

2014

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra základního zpracování dřeva

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Slapnička Roman

Dřevařské inženýrství

Název práce

**Moderní tesařské práce s CNC dřevoobrábějícími stroji Hundegger**

Anglický název

**Modern carpentry with a CNC woodworking machine Hundegger**

### Cíle práce

Hlavním cílem práce je vytvoření modelového programu na tesařské konstrukce krovů pro CNC obráběcí centrum Hundegger a jeho porovnání s klasickými technologiemi výroby krovů po stránce provozní a ekonomické náročnosti.

### Metodika

Historie tesařství a vývoj dřevoobráběcích center Hundegger a současné konstrukce center. Programy pro tesařské konstrukce a příprava výroby ve vybraných programech. Praktické příklady realizace staveb a jejich porovnání s klasickými krovky.

### Harmonogram zpracování

Datum zadání práce: únor 2013

Vypracování zadávacího listu: červenec 2013

Příprava a zpracování podkladů: říjen 2013

Literární rešerše a zpracování textové části: prosinec 2013

Zpracování grafické části: leden 2014

Finální úprava práce a odevzdání ke kontrole: březen 2014

Datum odevzdání práce: duben 2014

## Rozsah textové části

45 - 55 stran textu

## Klíčová slova

tesařské práce, CNC dřevoobráběcí stroj, konstrukce, krovy, výroba

## Doporučené zdroje informací

Lederer, F. 1994. Dřevěné konstrukce, 1. vyd., Praha - Aleko, 1994, 190 s., Česká matice technická, č. 440, ISBN 80-85341-41-7.

Vinař, J., Kufner, V. 2004. Historické krovy - konstrukce a statika, Praha - Grada, 2004, 270 s.

Reinprecht, L., Štefko, J. 2000. Dřevěné stropy a krovy - typy, poruchy, průzkumy a rekonstrukce, 1. vyd., Praha - Arch, 2000, 242 s.

Gerner, M. 2003. Tesařské spoje, 1. vyd., Praha - Grada, 2003, 220 s.

Kuklík, P., Mikeš, K., Kuklíková A. 2003. Dřevěné konstrukce 10 - pravidla pro navrhování a řešené příklady, 3. vyd., přeprac., Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, 148 s. ISBN 80-01-02847-X.

Jelínek, L. 2008. Tesařské konstrukce. Informační centrum ČKAIT, 2008, 236 s.

Kuklík, P., Studnička J. 2009. Dřevěné a kovové konstrukce., Informatorium, 2009, 192 s.

Odborné články k dané problematice.

## Vedoucí práce

Barcík Štefan, prof. Ing., CSc.

## Termín odevzdání

duben 2014

  
**prof. Ing. Štefan Barcík, CSc.**  
Vedoucí katedry



  
**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**  
Děkan fakulty

V Praze dne 13.9.2013

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Moderní tesařské práce s CNC dřevoobráběcími stroji vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Štefana Barčíka, CSc. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V..... dne.....

Podpis autora

## **1. Abstrakt, klíčová slova**

Téma mé diplomové práce je: Moderní tesařské práce s CNC dřevoobráběcími stroji Hundegger. Tato práce má za svůj hlavní cíl, seznámení s moderními možnostmi tesařských prací za použití již dnes velmi vyspělé dřevoobráběcí techniky a porovnání s klasickým způsobem tvorby krovových soustav.

Práce se dělí do několika kapitol, které se zaměřují jak na historii tohoto řemesla, tak na problematiku současnosti.

V úvodu je sepsána stručná historie tesařství a vývoj dřevoobráběcích strojů společnosti Hundegger.

V další kapitole se čtenář dozví něco o dvou nejvíce prodávaných obráběcích centrech a to o SC3 a K2. Je zde uvedena specifikace stroje, jeho součásti a možnosti obrábění,

Dalším bodem práce je sestavení postupu jak vytvořit v tomto případě valbový krov za pomoci programu Sema a následný export strojových dat do programu EKP, kterým je řízeno obráběcí centrum. V této kapitole jsou popsány jednotlivé kroky pro tvorbu dat a případně poznatky z praxe.

V poslední kapitole jsou porovnávány dva velmi podobné krovy, jejichž výroba se liší v tom, že jednou je použita strojní a podruhé ruční. Na úplný závěr jsou představeny výhody moderního obrábění na prstencovém altánu, který by ručně dnes málo kdo dokázal vyrobit.

### **klíčová slova**

Tesařské práce, CNC dřevoobráběcí stroje, konstrukce, krovy, výroba

## **Abstract**

The topic of my thesis is : Modern carpentry with CNC woodworking machines Hundegger . The main objective of this work is a familiarization with possibilities of modern carpentry work using already very advanced woodworking techniques and comparison with the classical method of forming roof truss.

The work is divided into several chapters that focus on both the history of the craft and the problems of the present.

In the introduction is written a brief history of the carpent development and woodworking machinery companies Hundegger .

In the next chapter , the reader learns something about two best-selling center SC3 and K2. There is a specification of the machine and its components and possibilities of the machining.

Another point of this work is formation of the process to create in this case hip roof with the aid of a program Sema and subsequent export of machine data to the EKP , which controls machining center. This chapter describes individual steps for creating data and alternatively practical knowledge.

In the last chapter are compared two very similar trusses. First time is used machine production and second time hand produktion. At the end are introduced advantages of modern machining annular pavilion, which today only few people could make manually.

## **keywords**

Carpentry, CNC woodworking machines, construction, trusses, production

## 2. Obsah

1.	Abstrakt, klíčová slova .....	5
2.	Obsah.....	7
3.	Seznam obrázků a tabulek.....	10
4.	Úvod.....	12
5.	Cíl práce .....	12
6.	Historie tesařství a vývoj dřevoobráběcích center Hundegger.....	13
6.1.	Historie tesařství.....	13
6.1.1.	Tesařská historie.....	13
6.1.2.	Příprava dřeva .....	13
6.1.3.	Nástroje .....	14
6.2.	Vývoj dřevoobráběcích center Hundegger .....	15
7.	Současné konstrukce center Hundegger.....	22
7.1.	Dřevoobráběcí centrum Hundegger K2i <i>Obrázek 9</i> .....	22
7.1.1.	Podávací a navážecí příčný dopravník .....	23
7.1.2.	Podstolová otáčecí kapovací pila <i>Obrázek 10</i> .....	23
7.1.3.	Univerzální frézovací agregát – 4 osý <i>Obrázek 11</i> .....	24
7.1.4.	Kombisuport pro vertikálně pracující nástroje <i>Obrázek 12</i> .....	25
7.1.5.	Kombisuport pro horizontálně pracující nástroje <i>Obrázek 13</i> .....	25
7.1.6.	Vrtací zařízení – montované na vertikální kombisuport (2,2 kW).....	26
7.1.7.	Vrtací zařízení – montované na horizontální kombisuport (2,2 kW).....	26
7.1.8.	Popisovací zařízení <i>Obrázek 14</i> .....	26
7.1.9.	Plně automatická stanice otáčení trámů – hydraulické provedení .....	26
7.1.10.	Transportní a polohovací „dvou ramenný systém“ <i>Obrázek 15</i> .....	27
7.1.11.	Elektronické řízení / napojení /.....	28
7.1.12.	Rolovací dráha pro odvod dřeva s vyražečem.....	28

7.1.13.	5-ramenný odkládací stůl.....	28
7.2.	Dřevoobráběcí centrum Hundegger SC3 <i>Obrázek 16</i> .....	29
7.3.	Základní stroj SC3-200:.....	30
7.3.1.	Transportní systém dřeva (vstupní válečková dráha a odkládací prostor) .....	31
7.3.2.	Pilový agregát <i>Obrázek 17</i> .....	31
7.3.3.	Elektronické napojení, ovládací pult .....	32
7.3.4.	Pohon s možností pohybu pod úhlem a sklonem pro pilovou stanici .....	32
7.3.5.	Automatický vstupní systém .....	33
7.3.6.	Podpora prvků s malým průřezem .....	33
7.3.7.	Vstupní příčný dopravník pro délku dřeva do 10 m.....	33
7.3.8.	Dopravník pro odvod zbytků v SC3 2880 mm dlouhý (integrováný).....	33
7.3.9.	Vzdálený přístup (včetně přenosné videokamery) .....	33
7.3.10.	6-ramenný odkládací stůl.....	34
7.4.	Dodatečné vybavení SC3-200: .....	34
7.4.1.	Kombisupport pro vertikálně pracující nástroje.....	34
7.4.2.	Vrtací agregát – směr vrtání vertikální.....	34
7.4.3.	Vertikální stopková fréza 5,5 kW.....	35
7.4.4.	Revolverový frézovací agregát.....	35
7.4.5.	Kombisupport pro horizontálně pracující nástroje.....	36
7.4.6.	Vrtací agregát – směr vrtání horizontální.....	36
7.4.7.	Drážkovací agregát 3,0 kW .....	36
7.4.8.	Značkovač spodní.....	36
7.5.	Modernizace: .....	36
8.	Programy pro tesařské konstrukce .....	38
9.	Příprava výroby ve vybraných programech .....	40
9.1.	Postup přípravy výroby v programu Sema .....	40
9.1.1.	Založení projektu. <i>Obrázek 19</i> .....	40



9.1.2.	Protokol stavebního projektu <i>Obrázek 20</i> .....	41
9.1.3.	Definice podlaží <i>Obrázek 21</i> .....	41
9.1.4.	Tvorba půdorysu <i>Obrázek 22</i> .....	42
9.1.5.	Založení profilu <i>Obrázek 25</i> .....	43
9.1.6.	Asistent zadávání.....	44
9.2.	Program EKP ve stroji Hundegger K2 .....	56
10.	Praktické příklady realizace staveb a jejich porovnání s klasickými krovky.....	62
11.	Metodika.....	69
12.	Výsledky.....	70
13.	Přínosy práce .....	71
15.	Závěr.....	72
16.	Seznam použité literatury .....	73

### 3. Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1 Ležatá stolice .....	13
Obrázek 2 Obráběcí centrum P8 .....	15
Obrázek 3 První hoblovací automat .....	16
Obrázek 4 Obráběcí centrum P10.....	17
Obrázek 5 Obráběcí centrum K1.....	17
Obrázek 6 Dřevoobráběcí centrum K2.....	18
Obrázek 7 Speed-Cut SC1.....	19
Obrázek 8 ROBOT-drive .....	21
Obrázek 9 Hundegger K2.....	22
Obrázek 10 Podstolová otáčecí kapovací pila.....	23
Obrázek 11 Univerzální frézovací agregát - 4osý .....	24
Obrázek 12 Kombisupport pro vertikálně pracující nástroje .....	25
Obrázek 13 Kombisupport pro horizontálně pracující nástroje .....	25
Obrázek 14 Popisovací zařízení .....	26
Obrázek 15 transportní a polohovací dvouramenný systém .....	27
Obrázek 16 Speed-cut sc3 .....	29
Obrázek 17 Pilový agregát .....	31
Obrázek 18 založení projektu.....	40
Obrázek 19 Protokol stavebního projektu .....	41
Obrázek 20 Definice podlaží.....	41
Obrázek 21 Tvorba půdorysu .....	42
Obrázek 22 Možnosti zadávání .....	42
Obrázek 23 Půdorys do tvaru L.....	43
Obrázek 24 Založení profilu .....	43
Obrázek 25 Typ střechy .....	44
Obrázek 26 Nastavení laťování.....	44
Obrázek 27 Základní údaje o profilu.....	45
Obrázek 28 Nastavení kroků.....	46
Obrázek 29 Nastavení pozednice a vrcholové vaznice .....	46
Obrázek 30 Nastavení kleštin.....	47
Obrázek 31 Vyšetření střechy .....	48
Obrázek 32 Vyšetření střechy 2 .....	49

Obrázek 33 Vyšetřené střešní plochy .....	49
Obrázek 34 Automatizace krovu .....	50
Obrázek 35 Osazení krokví .....	51
Obrázek 36 Načtení vaznic.....	51
Obrázek 37 Vložení kleštín .....	52
Obrázek 38 Hotový krov připravený na export.....	53
Obrázek 39 Export do výpisů.....	54
Obrázek 40 Export do BVN .....	54
Obrázek 41 Montážní výkres .....	55
Obrázek 42 Pracovní plocha .....	57
Obrázek 43 Parametry stroje .....	58
Obrázek 44 Parametry stroje2 .....	58
Obrázek 45 Úprava jednotlivých prvků .....	59
Obrázek 46 Chybové hlášky .....	60
Obrázek 47 Odstranění chyb .....	61
Obrázek 48 Krov nakreslen v konstrukčním programu .....	63
Obrázek 49 Výroba na stavbě .....	63
Obrázek 50 Smontovaný krov .....	64
Obrázek 51 Strojně opracovaný krov 7,5m3.....	65
Obrázek 52 Strojně opracovaný krov 7,5m3.....	66
Obrázek 53 Středový prstenec.....	67
Obrázek 54 25-boký altán .....	67
Obrázek 55 Spojení prstence s nárožními .....	68
Obrázek 56 25-boký altán .....	68

## **4. Úvod**

Tato práce se zabývá moderním tesařstvím za použití obráběcích center Hundegger . Toto téma je v dnešní době velice aktuální a to z důvodu nedostatku řemeslně vyučených a schopných tesařských mistrů a také z důvodu časového presu dnešního obyvatelstva. Práce je rozdělena do pěti témat. V první je stručně popsána historie tesařství a historie obráběcích center Hundegger. Další kapitola je věnována představením nejprodávanějších obráběcích center v současnosti. Ve třetí a čtvrté kapitole se seznámíme s některými tesařskými programy a ukážeme si jakýsi stručný návod pro vytvoření strojových dat pro výrobu jednoduchého krovu. A na závěr se poslední kapitola věnuje porovnání klasické ruční výroby se strojní.

## **5. Cíl práce**

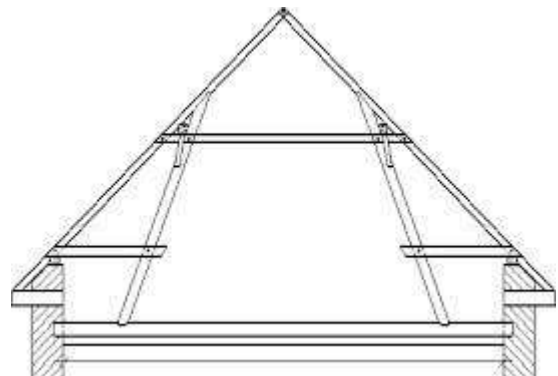
Cílem práce je seznámení se s moderními možnostmi tesařských prací, porovnání těchto možností s klasickou výrobou a v neposlední řadě také vytvoření jakého si stručného návodu na přípravu výrobních dat valbového krovu pro obráběcí centrum Hundegger v programu Sema a následně v programu EKP.

## 6. Historie tesařství a vývoj dřevoobráběcích center Hundegger

### 6.1. Historie tesařství

#### 6.1.1. Tesařská historie

Tesařské řemeslo patří k nejstarším řemeslům vůbec. V minulosti se nejednalo pouze o stavbu dřevěných krovů a stropů, ale též k dovednostem tesařského mistra patřily i stavby mostů, vodních mlýnů, jezů, roubených a hrázděných přiček, stavebních i obléhacích strojů, dřevěných zárubní, lešení a dokonce i kompletní výroba a stavba dřevěných roubených a hrázděných staveb. Kromě znalosti řemesla a zručnosti na vysoké úrovni byla pro tesaře velmi důležitá i znalost rýsování, matematiky a geometrie. Jednalo se o rýsování plánů, výpočty úhlů, ploch a objemů, zjištění délek povrchu dřevěných dílců a v neposlední řadě také vytýčení stavby jak půdorysně, tak výškově. Pro splnění mistrovské zkoušky musel učeň vytesat a svázat krov s ležatou stolicí *Obrázek 1*, což nepatří mezi nejjednodušší vaznicové krovky.



*Obrázek 1 Ležatá stolička*

#### 6.1.2. Příprava dřeva

O výrobě a stavbě krovů v historii je velmi málo písemných a obrazových dokumentů. Většina informací o minulosti tohoto řemesla je získávána z dochovaných tesařských konstrukcí, kde se dá nalézt značení jednotlivých prvků a jejich orýsovávání. Dále pak z opracování lze usoudit použitou technologii při výrobě, zda-li bylo dřeva tesáno, štípáno nebo řezáno, jestli byla použita vysoká či nízká práce a dokonce zda byl tesař levák či pravák, tesařské nástroje, tvorbu spojů ale i samotnou stavbu krovu.

Za základní formu opracování kulatiny se považuje tesání tzn. opracování sekerou. Tesání se dělilo na nízkou a vysokou práci. Nízká práce se prováděla přímo na zemi nebo na nízkých podkladech, více však byla používána práce vysoká, kde byla kulatina podepřena nízkými kozami. Oba tyto procesy zahrnují vrubování, hrubování a lícování.

### 6.1.3. Nástroje

Většina nástrojů používaných v tesařském řemesle má velmi starou tradici, sahající až do středověku. Zprvu bylo možné si vystačit s omezeným počtem tesařských nástrojů, ale jelikož vzrůstala složitost práce a produkce, byla zavedena dělba práce, které vedla ke vzniku specializovaných nástrojů. Systém dělby práce byl také využíván při práci na velkých zakázkách jako například při stavbách kostelních krovů a zároveň byla zavedena vysoká práce na tesařském dvoře.

Mezi základní nejstarší tesařské nástroje patří: sekyra, teslice, vrták, hoblík, poříz, dláto a pila. Dále bylo využíváno při práci také pomocné nářadí, které využívali i jiní řemeslníci pracující se dřevem, zedníci, kameníci, truhláři, sedláři, řezbáři či dřevorubci. Pomocnými nástroji byly například špalky, klíny, skoby, páky, krokvice, vodováhy, rejsek, kružidla či zvedací stroje. Většina těchto nástrojů se téměř nelišila nebo jen málo.

Nejvíce víceúčelovým nástrojem byla sekyra, která byla využívána při stavbě domů, výrobě nábytku, porážení stromů či jako zbraň. Sekery byly vyráběny v různých tvarech a také se rozlišovaly dle účelu řemesla. Například sekery s dlouhým toporem se používaly na nízkou práci a při rubání dřeva, velké a malé hlavatky zase pro vrubování a hrubování při nízké i vysoké práci a pro lícování, omítání, zatloukání skob a hoblování užívali řemeslníci tesařské širočiny. Pro drobnou práci a sekání spojů byly vhodné jednoruční tesařské sekery. Při tesařské práci byla také používána teslice, kterou řemeslníci tvarovali křivé plochy, dokončovali práce a otesávali trámy. Teslice byla využívána především tam, kde převažovala práce s nehraněným dřevem. Dalšími typy seker byly křížovka a dlabátka, kterými řemeslníci zhotovovali dlaby a drážky. Tyto sekery značně urychlovaly zhotovení spojů, práce s nimi ale vyžadovala určitou dovednost a delší zacvičení.

Dalším používaným nástrojem je dláto, které se v tesařině začalo prosazovat až cca v 17.-18. století. Dláto se užívalo při sekání profilů, ozdob a zhotovení dlabů. Pro příčné i podélné řezání dřeva používali řemeslníci pily, zejména rámové pily, obloukové pily, dvoumužné listové pily a přičnice. Užívání pil bylo podmíněno kovářskou výrobou, která byla poměrně omezená.

Pro okosení hran trámů, na hoblování a výrobu tvarovaných prvků sloužily pořízy. Poříz měl velký význam pro odstranění štěpin a pro vytvoření hladké plochy, zejména u viditelných stropních trámů. Okosení hran je zdobným detailem například u sloupků věšadel.

## 6.2. Vývoj dřevoobráběcích center Hundegger

Zakladatel společnosti Hans Hundegger po svém vyučení nejdříve pracoval v továrně na výrobu truhlářských strojů. Ve svém volném čase se zabýval konstruováním zařízení a strojů pro modernizaci rodinné pily. O jeho práci měli velký zájem i u konkurenční firmy a přicházeli k němu se zakázkami. V roce 1978 se Hans Hundegger rozhodl založit vlastní podnik

Roku 1981 ho pan Jakob Maier, tehdejší majitel firmy Maier Holzleimbau, přivedl na myšlenku vývoje automatického obráběcího centra. Řekl: "Měl by existovat flexibilní stroj, protože kasárenské střechy se 100 stejnými krokviemi již nebudou v budoucnu existovat".

**1985-** V tomto roce se uskutečnila první dodávka obráběcího centra P8 *Obrázek 2*



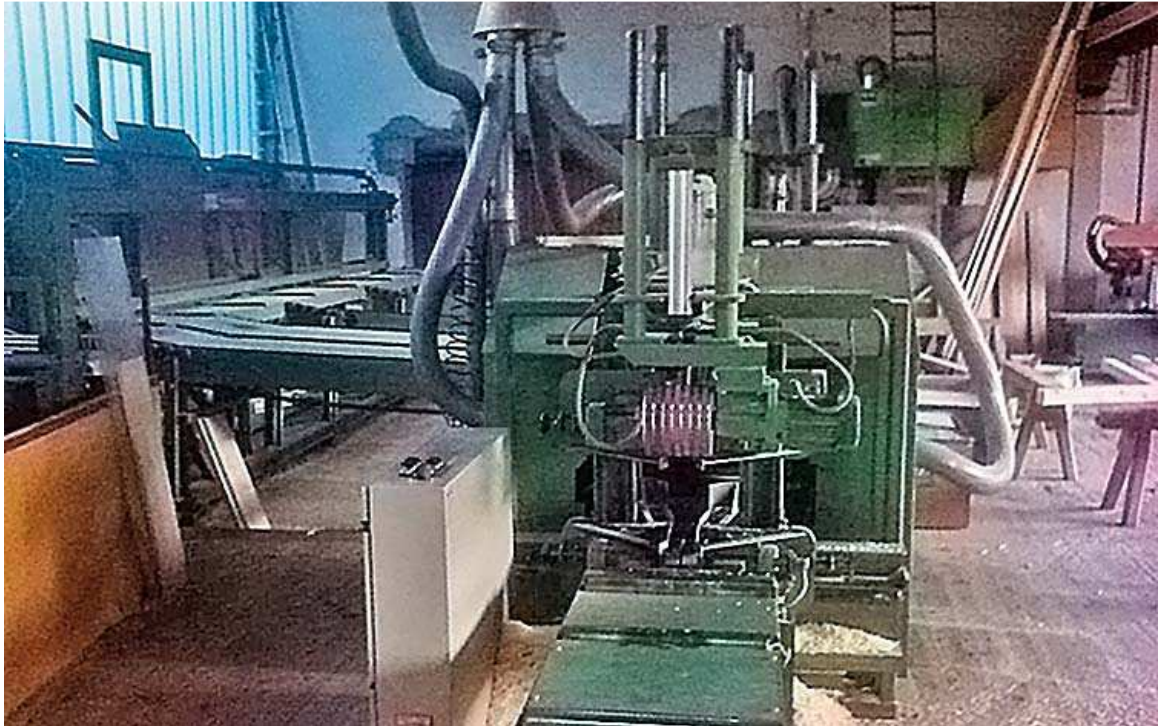
*Obrázek 2 Obráběcí centrum P8*

**1987**

- Vzniká prvotní nápad hoblovací automatu

**1988**

- Již v roce 1988 byl představen celosvětově první hoblovací automat *Obrázek 3* a automat na srážení hran k hoblování dílčích částí a instalován ve tvaru U společně dřevoobráběcím centrem u firmy Schuder.



*Obrázek 3 První hoblovací automat*

**1989**

- V tomto roce se poprvé uskutečnil import CAD-dat přímo do stroje

**1990**

- Hans Hundegger odkoupil firmu zabývající se softwarem, jejíž služby doposud využíval k programování.



1992

- V roce 1992 byl model P8 modernizován a nahrazen strojem P10 *Obrázek 4.*



*Obrázek 4 Obráběcí centrum P10*

1996

- Na jaře 1996 bylo uvedeno na trh první automatické obráběcí centrum "K1" *Obrázek 5.*



*Obrázek 5 Obráběcí centrum K1*

## 1999

- Na veletrhu Ligna 1999 došlo k prezentaci obráběcí centrum K2 *Obrázek 9*, následující model po K1..



## 2002

V roce 2002 byl zkonstruován první dům s masivní dřevěnou stěnou vynalezenou a již patentovanou panem Hansem Hundeggerem. Tato stěna je vyráběna na zvlášť k tomu konstruované výrobní lince se strojním zařízením firmy Hundegger.

## 2003

- V dubnu 2003 bylo již prodáno 500. obráběcích center K2 firmě Cosylva v Bourgneufu ve Francii.
- Nejnovějším vývojem ve firmě je Speed-Cut SC1 pro rychlý a přesný přířez a zpracování jednoduchých dřevěných stavebních dílců (frézování, vyvrtávání, značení a popisování).
- Na jaře 2003 byly vyexpedovány již první stroje do USA, Itálie, Francie a Německa.
- Říjen 2003 -Firma se mohla s hrdostí ohlédnout na 25 úspěšných let vývoje a výroby inovačních dřevoobráběcích strojů.

## 2004

- Expedice prvního obráběcího centra „K3“, vysokorychlostní varianty stroje „K2“

## 2005

- V únoru 2005 byl již prodán 100. přirezávací stroj Speed-Cut SC1 *Obrázek 7* *Obrázek 16.*



*Obrázek 7 Speed-Cut SC1*

## 2006

- Únor 2006: Uvedení prvního nového hoblovacího automatu HM-400 u firmy Vouillon ve Francii.
- Březnu 2006: Uvedení prvního nového obráběcího centra "K2-900" u firmy Galli v Itálii.
- Červen 2006: Expedice 200-stého Speed-Cut SC1 firmě Corse Bois Industrie v Tavaco ve Francii.
- Červen 2006: Vyznamenání "Bayerns BEST 50" předané bavorským státním ministrem panem Erwin Huber.
- Červenec 2006: Otevření nového "Centra prezentace" v areálu firmy Hundegger. Na rozloze 700 m<sup>2</sup> se prezentují nejnovější generace strojů.

## 2007

- Květen 2007: Prezentace nejnovější generace strojů na výstavě "Ligna+" Hannover, Německo. K2i - nový 5-ti osý dřevoobráběcí stroj s až o 30 % více výkonu a SC2 - nový přířezový rychlořezný stroj s horizontálními agregáty. Rovněž byl širokému publiku představen nejnovější stroj SPM1
- Červen 2007: Expedice 1000-ho 5-ti osého dřevoobráběcího stroje typu "K2i-625" firmě Aumann v Ziemetshausen, Německo.

## 2008

- Hundegger oslaví 30-leté výročí.

## 2009

- Únor 2009: Uvedení do provozu první plně automatické počítačem řízené dřevoobráběcí linky u fy. Bechtler v Sulzbergu, Německo.
- Březen 2009: Dodávka 2000. 5-osý CNC stroj byl dodán do Derix firmy v Niederkrüchten, Německo.
- Březen 2009: Představení prvního stroje na rychlou výrobu panelů SPM2 na veletrhu Eurobois v Lyonu, Francie.
- Březen 2009: Expedice a uvedení do provozu první plně automatické počítačem řízené dřevoobráběcí linky K2i-1250 u fy. Holzbau Schaffner v Matrei/Navis, Rakousko.
- Můžeezen 2009: Představení prvního stroje na Speed-Cut SC3 na veletrhu Ligna v Hannover, (D).
- Červen 2009: Dodávka 1000. Hoblavací automat (HM4) byl dodán do Poirt firmy v Fresse sur Moselle, Francie.
- Sprna 2009: Dodávka 1 montážního pultu do Prutshcer firmy v Oy-Mittelberg, (D).

## 2010

- Únor 2010: Představení prvního stroje na K2-ROBOT na veletrhu Dach+Holz v Köln, (D).
- Březen 2010: Dodávka 500. Speed-Cut (SC3) do Gipen Corse firmy v Aléria, Francie.

## 2011

- Dodávka první výrobní linky pro profilované-dřevěné-elementy s integrovaným střílečem hliníkových hřebíků.
- Premiéra na veletrhu LIGNA: Vysocevýkonný systém K2i je ještě flexibilnější díky integraci 6-osého-Robot-agregátu.

## 2012

- Představení ROBOT-Drive *Obrázek 8*, vysoce flexibilní obráběcí centrum – kompaktní třída.



*Obrázek 8 ROBOT-drive*

## 2013

- Stavba nové správní budovy.
- Představní nového stroje na LIGNA v Hannoveru:  
Rychlý a flexibilní automat TURBO-Drive.
- Dodávka 700. Speed-Cut (SC-3).
- Dodávka 2500. Obráběcího centra (K2i).

[ <http://www.hundegger.de/de/maschinenbau/unternehmen/unsere-geschichte.html> 5.2.2014]

## 7. Současné konstrukce center Hundegger

### 7.1. Dřevoobráběcí centrum Hundegger K2i *Obrázek 9*



*Obrázek 9 Hundegger K2*

Tento stroj je dimenzován pro průřezy od 20 x 50 mm do 300 x 450,625,900,1250 mm (také kul. trámů) při neomezených délkách (dle drah stroje) a pracuje s přesností od +/-2 na 10mm. Je schopen zhotovit všechny opracování a spojení používaná v tesařství, v rámových konstrukcích, zimních zahradách nebo srubových stavbách, tak jako i volně konstruovaná profilování, ozdoby, atd.

Na základě plné automatizace je obsluha stroje prakticky nevyužitá a může během práce stroje vkládat materiál a ukládat obrobené prvky, atd.

Data mohou být do ovládacího softwaru EKP převzata ze všech krovařských a CADových programů.

Přes jednoduše obsluhovatelný program EKP můžeme také všechna obrábění zadat bez problémů v „jazyce programu“ přímo na stroji.

Stroj může být vybaven pro příslušné provozně specifikované potřeby. Stroj je možno kdykoliv dovybavit o agregáty a další nástroje.

### 7.1.1. Podávací a navážecí příčný dopravník

Podávací a navážecí příčný dopravník s 5-ti stabilními větvemi, vybavená 115 mm širokými a pochromovanými ocelovými kloubově závěsnými plochými řetězy, které zajistí transport bez porušení materiálu. Dřevo (také kuláče) můžeme založit netříděné a neuspořádané. Navážecí automatika se skládá s pogumovaných chapadel, které rovnají trámy automaticky paralelně a posouvají kus po kuse na stůl stroje. Více nepotřebné zbytkové části jsou automaticky umístěny chapadly nazpět na dopravník, k dalšímu zpracování.

### 7.1.2. Podstolová otáčecí kapovací pila *Obrázek 10*

Podstolová otáčecí kapovací pila s pilovým listem z tvrdého kovu Ø 800 mm (9,5 KW), která se otáčí přes polohovací pohon o 360° a hydraulický posilovač naklání od 0-65° a může postupovat o 570 mm příčně. Pila je aktivována hydraulicky a přes přední pohon nezávisle automaticky polohována ve všech polohách přes digitální převodník posunu. Plynulá regulace zdvihu obrábění pily je počítána a optimalizována podle průřezu dřeva a řezného úhlu. S tímto agregátem jsou dělány všechny řezy (úhlové- a námět. řezy, podélné řezy pro gradování, profilování, omítání, nebo uvolňovací řezy). Kromě toho jsou pomocí tohoto agregátu tvořeny také drážky pro záklopová prkna, nebo podobné. Díky 4-ose řídicí souvisle dráhu je umožněna také výroba uřízů a racionalizace pily umožňují extrémní námětky. Odpad je vyrážen integrovaným ramenem.



*Obrázek 10 Podstolová otáčecí kapovací pila*

### 7.1.3. Univerzální frézovací agregát – 4 osý *Obrázek 11*

Tento agregát je standardně vybaven válcovou frézou a stopkovou frézou (např. s frézovací hlavou s otočnými destičkami  $\text{Ø } 350 \times 100 \text{ mm}$  a stopkovou vrtací/drážk. frézou  $\text{Ø } 40 \times 160 \text{ mm}$ ).

Na základě jeho mnohonásobných možností opracování na všech stranách prvku, je možné racionálně vyrábět Gerberův nebo hákový plát, hřebenový plát, čepy ve všech pozicích, čelní kryté plátování, dlaby, všechny typy délkového frézování, okapové vybrání /pro palubky/ a délkové vybrání. Tento agregát tvoří dohromady s pilou srdce stroje.

Abychom mohli vyrábět rybinová spojení na všech stranách prvků, je možné osadit na válcovou frézu dodatečnou frézku.



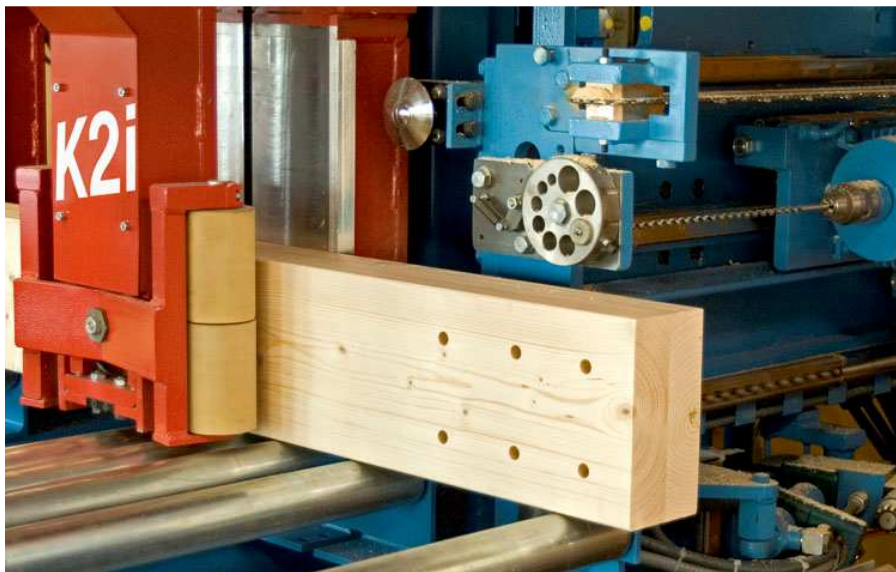
*Obrázek 11 Univerzální frézovací agregát - 4osý*



#### 7.1.4. Kombisuport pro vertikálně pracující nástroje *Obrázek 12*

Kombisuport / nástrojový vozík nabízí místo až pro 5 nástrojů, které pracují ve vertikálním směru (z-ose).

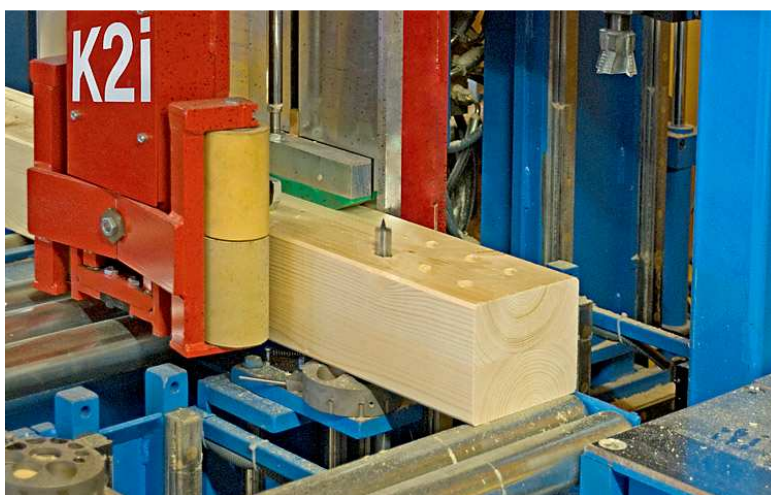
Kombisuport polohuje nástroje příčným směru (y-osa). Na tomto nástrojovém vozíku je např. instalováno vertikální vrtací zařízení. Dodatečně můžeme případně doplnit další agregáty jako frézovací, vrtací, drážkovací. Nestáčí-li 5 nástrojů, je možné do stroje integrovat další kombisuport.



*Obrázek 12 Kombisuport pro vertikálně pracující nástroje*

#### 7.1.5. Kombisuport pro horizontálně pracující nástroje *Obrázek 13*

- jako kombisuport pro vertikálně pracující nástroje avšak pojíždí svisle



*Obrázek 13 Kombisuport pro horizontálně pracující nástroje*

#### 7.1.6. Vrtací zařízení – montované na vertikální kombisuport (2,2 kW)

Nástavba na kombisuport, s 2,2 KW vrtacím motorem. Agregát má rychlovýměnné pouzdro, jako i tvrzenou revolverovou hlavu vedení vrtáku. Pracovní zdvih je řízen počítačem, tak že mohou být provedeny všechny způsoby obrábění od kapsového vrtání, snížení, nebo kruhové otvory pro čep, včetně WTE pouzdra pro vrtáky (např. pro vrtání otvorů pro „hřebíky“ – závitové tyče u srubů, nebo jako vrtací nářadí pro otvory v krokách max. Ø 24 mm.)

#### 7.1.7. Vrtací zařízení – montované na horizontální kombisuport (2,2 kW)

viz. Vrtací zařízení – montované na vertikální kombisuport (2,2 kW)

#### 7.1.8. Popisovací zařízení *Obrázek 14*

S teplotně a vlhkostně odolným popisovačem, který je aktivovaný pneumaticky, proveden přesný nárys (rozdělení kroků, botek pro trámy, kleštin, atd.).



*Obrázek 14 Popisovací zařízení*

#### 7.1.9. Plně automatická stanice otáčení trámů – hydraulické provedení

Se skládá z hydraulicky ovládaných jednotek kleští/svorek, které pomocí otočných jednotek napojených na program přesně otočí prvek o 90°, 180° nebo 270°. Tím jsou plněautomaticky umožněna všechna opracování na všech stranách všemi agregáty. (otáčení průřezů maximálně do 300 x 450 mm).

Dřevo zůstane stále upnuto za pomoci polohovacího systému, čímž se nevyskytnou v průběhu otáčení žádné délkové tolerance.

Překlopení vyžaduje přibližně 10 sekund.

#### 7.1.10. Transportní a polohovací „dvou ramenný systém“ *Obrázek 15*

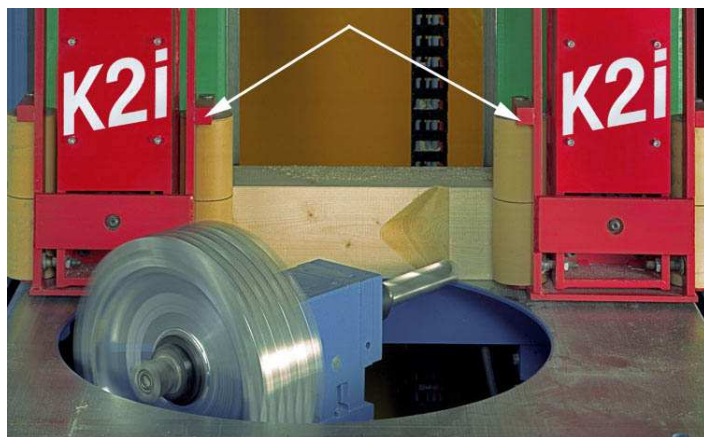
Se skládá z rámu stroje s délkou 12,20 m a dvěma na sobě nezávislými pojízdnými uchopovacími a vodícími vozíky. Tyto dva vozíky pracují jako „jeden člověk se svými dvěma rukama“, které jsou oba tak blízko pracovního nástroje, jak jen to jde, během práce přidržují trám přesně na dané pozici a transportují ho během opracování. Poziční přesnost je  $\pm 2/10$  mm a rychlost polohování vozíků je max. 3m/s.

Na základě „dvourukého systému“ (jedna „ruka“ přiváží další prvek, během toho ještě druhá dokončuje první díl) je dosaženo enormního kusového výkonu. Opracování „více násobných délek“ (více prvků z jednoho dlouhého dřeva), výroba z extrémně krátkých kousků, kterých je zapotřebí ve srubových nebo příhradových konstrukcích, je bez problémů možné přes tento systém dvou rukou. Na základě čelistí kleští, válečků a oplastovaných ploch na dopravních stolech je zaručen transport dřeva bez porušení ve stroji.

Upínací a vodící vozíky mohou manipulovat průřezy od 20 x 50mm do 300 x 450 mm ležící a od 45 x 50 mm stojící a ležící (také kulaté profily).

Volitelné jsou dále následující možné průřezy:

300 x 625, 300 x 900 a 300 x 1250 mm.



*Obrázek 15 transportní a polohovací dvouramenný systém*

### 7.1.11. Elektronické řízení / napojení /

Včetně elektroskříně, Hundegger konstrukčního programu jednotlivého prvku (EKP), uživatelského pultu s barevným monitorem a provozní klávesnice.

Obsluha může konstruovat přes zadání běžných tesařských úhlů, půdorysu, opracováváný prvek přímo v počítači stroje.

Propojení zpracuje každý prvek, pro opracování najíždí do všech pozic nástroj automaticky dle optimálního sledu pracovních operací.

V EKP jsou uloženy všechny běžné tesařské uzlové body dřeva jako makra (jako např. hřebenový plát, námětek, Gerberovo napojení, osazení, atd.) Tato makra můžeme komfortně a jednoduše vyvolat z programu. Propojení zaručuje pravou plnou automatiku provozu (bezobslužné vyrobení také při rozdílných elementech) jako i automatické odepsání a správu kusů přímo zhotovených prvků. Přes sériově zabudované USB-napojení můžeme do stroje přenášet konstrukční data ze všech běžných krovařských a CAD programů a z propojovacího počítače uložit provozní data stroje a ta si přenést do PC v kanceláři pro kontrolu projektů

S programem (EKP) je možné na počítači v kanceláři vytvořit kompletní přípravu práce včetně výpisů dřeva, atd.

V sériové dodávce je obsažena aktivní chladicí jednotka v elektroskříně, čímž je zaručen bezporuchový a trvalý provoz.

### 7.1.12. Rolovací dráha pro odvod dřeva s vyražečem

Na konci zóny stroje je zabudována rolovací dráha (2,65 m) v rámu stroje. Tak můžeme bez problémů vyvážet prvky do 10 m. Integrovaný vyražeč posouvá hotové dřevo automaticky na 6-ramenný odkladač dřeva.

Rolovací dráha a vyražeč je možné prodloužit pro příslušnou délku dřeva (volitelné).

### 7.1.13. 5-ramenný odkládací stůl

Skládá se z 5 odkládacích ramen ze stabilního profilovaného železa, které jsou na konci zóny stroje zavěšeny s možností natočení. Na tyto jsou prostřednictvím výstupních vodících lišt odkládány opracované dřevěné prvky.

Horní strana odkladače dřevěných prvků je opatřena plastovou hladkou plochou kvůli ochraně dřeva.

[Slapnička, 2012]

## 7.2. Dřevoobráběcí centrum Hundegger SC3 *Obrázek 16*



*Obrázek 16 Speed-cut sc3*

SPEED-CUT byl vyvinut především pro rychlé, přesné řezání a opracování (frézování, vrtání, značení a popisování) jednoduchých dřevěných prvků. Při řezání prvků vazníků nebo prvků dřevostaveb (pásnice, sloupky, atd.) je dosažena dříve nevídaná rychlost při plné flexibilitě a preciznosti.

S nově vyvinutým pilovým agregátem (pilový kotouč bez příruby) umožňuje SC3 úhel naklonění až do 90° a středem pilového kotouče řezat pod ložnou plochou dřeva (0-linie). Tak je možné efektivně vyrábět např. dlouhá vybrání, nejružnější sedla, drážky a další opracování a bez dalších nároků. Při potřebě provádění vrtání, vybrání, značení a jiných opracování, jsou k dispozici dodatečné agregáty jako revolverová fréza, vertikální stopková fréza, vrtací agregáty (horizontální a vertikální) nebo značící a popisovací agregáty.

Na základě optimalizace řezů je možné automaticky opracovávat z jednoho dlouhého dřeva více různých prvků (šikmé řezy - je možné vložit tzv. "řez do řezu"). Přes možnost opracování v paketech při více stejných prvcích dochází k redukci výrobního času.

Data může uživatel zadávat přes komfortní ovládací program, případně je přebírat přes rozhraní z běžných programů pro dřevěné konstrukce a CAD programů.

Stroj je připraven pro opracování průřezů od 20 x 40 mm do 200 x 450 mm a pracuje s poziční přesností +/- 0,5 mm. Stroj je možné vybavit, případně rozšířit dle požadavků zákazníka pro konkrétní výrobu.

### **7.3. Základní stroj SC3-200:**

#### **SC3-200 plněautomatické přířezové centrum:**

Skládá se z:

- Vstupní válečková dráha, 2 Dopravní válečky pro polohování a dráhovým pojezdem, s na pohonu nezávislým měřícím systémem a nulovou světelnou skříň/závorou.
- Základní rám, rám stroje, opláštění stroje a bezpečnostní vybavení
- Pilový agregát (s vertikálním zdvihem a přestavením příčné míry)
- Elektronické napojení a ovládací pult s TFT-monitorem a průmyslovou klávesnicí
- Hydraulický agregát
- Automatický upínací systém (skládá se z horizontálních a vertikálních upínačů)
- Odkládací prostor s 2. uchopovacími a pozičními systémy pro převzetí prvků jako i podávání (poloha a pojezdy) a vyrážecí prvek

### 7.3.1. Transportní systém dřeva (vstupní válečková dráha a odkládací prostor)

Navržen pro manipulaci (transport a pojezdy) dřeva vstupní válečkové dráhy (zakládací stůl) k pile příp. obráběcím stanicím a na závěr předání dřeva uchopovacímu systému.

Dřevo je buď manuálně (min. délka dřeva 800 mm) nebo automaticky do vtahovacích válečků vloženo příp. vtaženo.

Na závěr je dřevo prostřednictvím druhých pozičních válečků transportováno k pilovému agregátu. Měření vzdálenosti dřeva provádí měřicí systém nezávislý na pohonu, rozpoznání řezu díky světelné závoře.

Hotové opracované dřevo je uchopeno a vyvezeno prostřednictvím speciálního uchopovacího systému.

Rychlost posuvných válečků činí maximálně 120 m/min a uchopovacího systému dosahuje 180 m/min.

Přířez „více délek“ (více prvků z dlouhého prvku) není pro výrobce žádným problémem, lze vyrobit i extra krátké prvky.

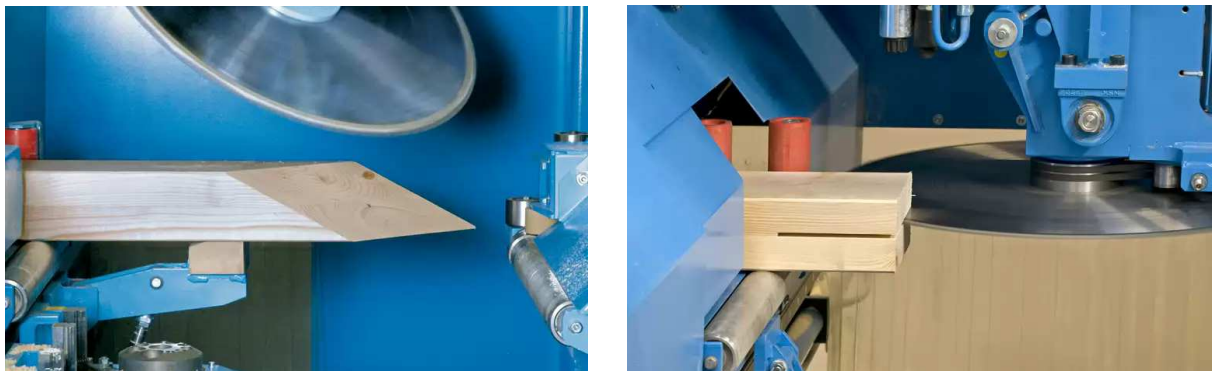
### 7.3.2. Pilový agregát *Obrázek 17*

S pilovým kotoučem z tvrdokovu Ø 720 mm, šířka řezu 5,6 mm a  $P = 9,2$  kW příkonem přímo na pilovém listu.

Pilový agregát je řízen přes/pro obráběnou součást. Pila je aktivována, ovládána hydraulicky a polohována nezávisle na pohonu digitálním převodníkem posuvu do všech pozic automaticky.

Plynulý regulovatelný pracovní zdvih pily je optimalizován a počítán dle průřezu dřevěného prvku.

Odpadové dřevo padá dolů a odtud je jednoduše odváděno na dopravníku.



*Obrázek 17 Pilový agregát*

### 7.3.3. Elektronické napojení, ovládací pult

S TFT-monitorem, průmyslovou klávesnicí, s možností připojení USB a 3 1/2" disketovou jednotkou. Obsluha může zkonstruovat požadovaný prvek přímo na počítači stroje přes zadání běžných tesařských hodnot uzlových bodů/hodnot do počítače.

Takto opracovává každý kus dle optimálního sledu operací a automaticky najíždí do jednotlivých pozic nástrojů. Díky automatickému polohování všech os pily pracuje stroj bez prostojů.

V počítači jsou uloženy běžné tesařské řezy jako makra (jako např. řezy pod sklonem, úhlem, námětkové řezy a délkové řezy, atd.) a lze je jednoduše použít.

Multi-procesorové řízení zaručuje pravý plněautomatický režim (bezobslužná výroba i při různých prvcích) jako i automatické zapsání a správa počtu již hotových prvků.

Přes sériově zabudovanou disketovou jednotku/USB napojení můžeme přenést data do stroje ze všech běžných programů pro dřevěné konstrukce a CADových programů, současně můžeme přes tuto jednotku uložit z počítače stroje výrobní data, která potom můžeme vyhodnotit v kanceláři (následná kalkulace, atd.).

Přenos dat po síti je taktéž možný.

Pomocí program EKP je možné v počítači v kanceláři vytvořit kompletní pracovní přípravu včetně výpisů materiálu.

Základní stroj SC3 je možné vybavit vstupním příčným dopravníkem (AQF) a plněautomatickým vstupním systémem. Tak je dřevo zcela automaticky polohováno z AQF na vstupní dráhu (min. délka dřeva L = 1200 mm).

### 7.3.4. Pohon s možností pohybu pod úhlem a sklonem pro pilovou stanici

V této fázi je pilová stanice vybudována jako plnohodnotný 5ti osý pilový agregát. Pilový agregát získal dodatečnou jednotku sklonu, který je možný přes elektromotorický poziční pohon otočit o 360° a naklonit servohydraulickým pohonem o sklon od 0 - 90°. Pilový kotouč bez příruby může v ose Z jet se středem pilového kotouče pod 0.

S tímto agregátem můžeme vyrábět všechny řezy (řez pod úhlem, zeslabovací řez, námětkový řez, délkové řezy pro gradování, omítací řez, uvolňovací řezy).



Přes víceosé napojení dráhy je výrobcům umožněno vyrábět dlouhé zeslabení profilů /zeslabení krokve na přesahu/, vybrání, drážkování jako i racionální řezání extrémních námětků.

#### **7.3.5. Automatický vstupní systém**

Vstupní a posuvná automatika se skládá ze vstupního válečkového systému, které dřevo automaticky paralelně vyrovnávají a prostřednictvím vstupních válečků navádí na stůl stroje.

#### **7.3.6. Podpora prvků s malým průřezem**

Výklopná podpora pro podporu zbytkového dřeva v SC3.

Takto se zmenší odstup mezi opěrnými plochami ve vstupní- / výstupní oblasti a pilovým kotoučem. Tak je možné kapovat „čistě“ také malé průřezy opracovávaných prvků.

Podpora prvků je automaticky aktivována pro určitý průřez prvku.

#### **7.3.7. Vstupní příčný dopravník pro délku dřeva do 10 m**

S 5 stabilními, 115 mm širokými lůžky pro plochý řetěz z ušlechtilé oceli, které zaručují transport bez poškození (délka dřeva do 10 m). Dřevěné prvky/prkna mohou být netříděné, neseskupené a založeny na sraz.

Pro uložení celých balíků jsou integrovány výsuvné zakládací „ramena“.

#### **7.3.8. Dopravník pro odvod zbytků v SC3 2880 mm dlouhý (integrováný)**

Dopravník pod SpeedCutem pro transport zbytkových kusů dřeva /odřezků/ a hoblin ze zóny stroje.

#### **7.3.9. Vzdálený přístup (včetně přenosné videokamery)**

Vzdálený přístup umožňuje zobrazení obsahu obrazovky na uživatelském počítači. Tímto je možné zobrazení např. aktuálních projektů příp. jednotlivých dílů ve firmě Hundegger, dále kontrola strojových dat nebo změny nastavení stroje přes servisní oddělení firmy Hundegger. Existuje však také možnost, že zákazník vidí obrazovku servisního oddělení. Tak je možné nastavení či změny v zadání prvku, které byly provedeny ve firmě Hundegger, provést obsluhou stroje.

K dodávce patří také přenosná kamera, která umožňuje zobrazení/nahrání videa z průběhu produkce stroje. Tento záznam je přenášen do PC na uživatelském účtu prostřednictvím technologie WIFI a odtud odeslán na Hundegger servisní oddělení.

Spojení počítačů je vytvořeno prostřednictvím internetového připojení. Internetové připojení je možné přes připojení k síti, modem nebo také W-LAN.

Internetové připojení musí být zabudováno/spuštěno uživatelem stroje. Také přístup na uživatelův počítač musí být povolen uživatelem/obsluhou.

Vzdálený přístup je platný/spuštěn po dobu tří let.

#### **7.3.10. 6-ramenný odkládací stůl**

Z profilované oceli s poplastovanými plochami, ramena zavěšena s možností natočení

### **7.4. Dodatečné vybavení SC3-200:**

#### **Frézování / vrtání:**

##### **7.4.1. Kombisuport pro vertikálně pracující nástroje**

Se servopohonem, na lineárním vedení příčně pojezdny. Na tento kombisuport je možné namontovat max. 3 nástroje:

Agregát revolverové frézy, vertikální stopková fréza a vrtací agregát.

##### **7.4.2. Vrtací agregát – směr vrtání vertikální**

Montovaný na kombisuport, s 2,2 kW vrtacím motorem a vrtání je možné do Ø 24 mm.

Agregát má rychlovýměně upínací pouzdro, jako i tvrzenou revolverovou hlavu-vedení vrtáku. Pracovní zdvih je řízen počítačem, takže je možné provést všechny typy zavrtání, zahloubení nebo navrtání pro hmoždíky.

Včetně WTE vrtacího pouzdra

#### 7.4.3. Vertikální stopková fréza 5,5 kW

Se stopkovou a vrtací drážkovací frézou Ø 40 x 160 mm, která je poháněna 5,5 kW motorem. Fréza je montována na vertikálním kombisuportu a tak může opracovávat zesponu všechny práce stopkovou frézou (dlaby, frézování pro hmoždíky, profilování, atd.).

#### 7.4.4. Revolverový frézovací agregát

Dle prvků možno osadit 2 nebo 3 nástroji!

Příklad osazení nástrojů:

Nástroje

Vrták Ø 8 – 40 mm 120 mm

Stupňovitý vrták Ø 12 – 60 mm 90 mm

Stopková fréza Ø 8 – 40 mm 120 mm

Rybinová fréza Ø 15 – 60 mm 20 – 48 mm

Válcová fréza Ø 100 – 250 mm 20 – 120 mm

Formov.-/nebo profilovací fréza do Ø 250 mm 3 – 100 mm

S 7,5 kW pohonem vybavený nástroji pro opracování jsou na liniovém vedení poháněny servohydraulicky 2-ose lineárně (Z-osa 275 mm, Y-osa 1.400 mm) a rotačně.

Poháněn a polohován elektromechanickým pohonem (osa otáčení 360°).

Transport a vodící systém tvoří 4 osu. Díky 4-osému-vedení jsou možná opracování na 5 stranách prvku, je možné i opracování vpředu a vzadu na prvku, pak tedy na 6 stranách prvku. Takto se nechají vyrábět vícenásobná opracování, jako Gerberův či hákový plát, hřebenový plát, osazení, čepy s rozmanitými délkami nebo také kryté plátování, atd.

Je možné opracovávat také z čela prvků – vrtání, čepy nebo dlaby. Stejně tak mohou být velmi racionálně a precizně frézovány délkové frézování, vybrání krokví pro palubky.

Sedla je možné zhotovit buď s přesným rozměrem shora nebo s přesnou hloubkou sedla.

#### 7.4.5. **Kombisupport pro horizontálně pracující nástroje**

Se servo pohonem, na lineárním vedení po jízdný svisle. Nástrojové vozíky je možné osadit maximálně 2 agregáty.

Jsou volitelně 2 x vrtáky nebo 1 x vrták a 1 x drážkovací agregát.

#### 7.4.6. **Vrtací agregát – směr vrtání horizontální**

Osazen na kombisupportu, poháněn 2,2 kW motorem a vrtáním do Ø 24 mm.

Agregát má rychlovýměnné pouzdro, jako i tvrzenou revolverovou hlavu a vedení vrtáku.

#### 7.4.7. **Drážkovací agregát 3,0 kW**

Namontovaný na horizontální kombisupport s 3,0 kW pohonem lištou s řetězem 8 x 50 x 630 mm. Na agregát je možné osadit libovolné velikosti drážkovacích řetězů.

Tento nástroj je také napojen na počítač, osazen na zadní straně a může frézovat skryté drážky.

Značení / popis:

#### 7.4.8. **Značkovač spodní**

Vybaven teplotně a vlhkostně odolnou barvou, který pneumaticky na spodní straně provádí přesné a přímé (lineární) značení (rozmístění krokví, trámové botky, kleštiny, atd.).

### 7.5. **Modernizace:**

#### **Robot** *Obrázek 18*

Nové je 6-ti osé opracování, agregát s pěti stupni volnosti a automatickým výměníkem/zásobníkem se 16-ti místy pro nástroje. Poziční rameno tvoří 6-tou osu. Tak jsou všechny operace prováděny bez omezení na všech šesti stranách prvku. Každý prvek je při průchodu opracován bez otáčení na všech šesti stranách. Zásobník nástrojů je možné vybavit libovolnými nástroji.



*Obrázek 18 Modernizace- Robot*

## 8. Programy pro tesařské konstrukce

Dnešní doba si žádá řešení, která zákazníkovi přiblíží už před realizací samotné konstrukce její vzhled, tak aby viděl tesařskou konstrukci se všemi jejími detaily. Nechají se tak odladit detaily i s dalšími řemesly, jako je vzduchotechnika, sanita, atd. – nedochází potom na stavbě k neodbornému vyřezávání prvků a tím k jejímu statickému zeslabování. Zákazník může vidět již při cenové nabídce vzhled konstrukce – nabídka tak vypadá jistě profesionálněji, než kdyby se jednalo pouze o vyčíslení bez jakéhokoliv náhledu.

Velkou výhodou je, pokud tyto programy dokáží naimportovat data v elektronické podobě – DXF, DWG, ale např. i PDF, JPG,... Samotné zaměření je možné provádět speciální přístroji, jako je např. Leica – dostaneme tak referenční body zcela přesně ve 2D i 3D a můžeme osazovat samotnou konstrukci v programu bez složitého zaměřování. Toto zaměření se vyplatí hlavně u přestaveb, složitějších staveb, rekonstrukcí, atd.

Velkým přínosem je samotné zaměření před objednáním řeziva – je tak možné odhalit odchylky stavby oproti projektu a tím objednat materiál, který je potřeba a zároveň připravit zcela přesnou výrobní a montážní dokumentaci.

Na základě přesných plánů poté dochází k objednání materiálu, který již nemusí být s takovým nadměrem, jako by byl při odměřování z plánů pro stavební povolení. Tesaři mohou z takto vyřezaných plánů vyrobit jednotlivé prvky bez obav, že by to poté na stavbě „nesedlo“. Výroba může probíhat klidně přímo na pile pod nějakým přístřeškem, tak nedochází k omezení práce povětrnostními vlivy.

Na stavbu se tedy přiváží hotový krov – impregnovaný, hoblované konce, atd., šetříme tedy čas na stavbě, nemusí se vyšetřovat profil a vše vyřezávat na stavbě, což v dnešní době působí dosti neprofesionálně. Dá se tedy říct, že krov na běžný rodinný dům je smontován během jednoho dne a prvky skládáme jen do sebe.

Při současném trendu rozvoji dřevostaveb, roubených staveb a srubů se tyto programy uplatňují stále víc – výrobní dokumentace se tak stává velmi přehlednou – je možné získat kompletní detaily, výpisy materiálu včetně opláštění. Je tak možné připravit kompletní prefabrikaci a to nejen stěn, ale i stropních a střešních panelů.

Dalším velkým přínosem tesařských programů je možnost exportu na tesařská CNC – zde jsou tři hlavní formáty exportu – BVN, BVX a BTL. Mezi hlavní obráběcí centra patří Hundegger, Uniteam, Weinmann, Essetre, Schmidler, Krussi, atd. U těchto center dochází k velmi preciznímu opracování, odpadá tím čas strávený ručním vyřezáváním a zbyde tak více času na samotné montáži.

V České republice se nejčastěji vyskytují tyto tesařské konstrukční programy – Dietrichs, Cadwork, SEMA, WETO, HSB CAD, Mitek, Truss, atd.

## 9. Příprava výroby ve vybraných programech

V této kapitole je zpracován postup přípravy výroby v programu Sema, na jednoduchém sedlovém krovu do tvaru L o rozměrech 15,5 na 13m. V další fázi je představen program EKP, kterým je již řízené obráběcí centrum Hundegger.

### 9.1. Postup přípravy výroby v programu Sema

#### 9.1.1. Založení projektu. *Obrázek 19*

Po zapnutí programu se na ploše objeví tato úvodní obrazovka, která slouží k založení nového projektu, nebo k otevření již rozpracovaných projektů.

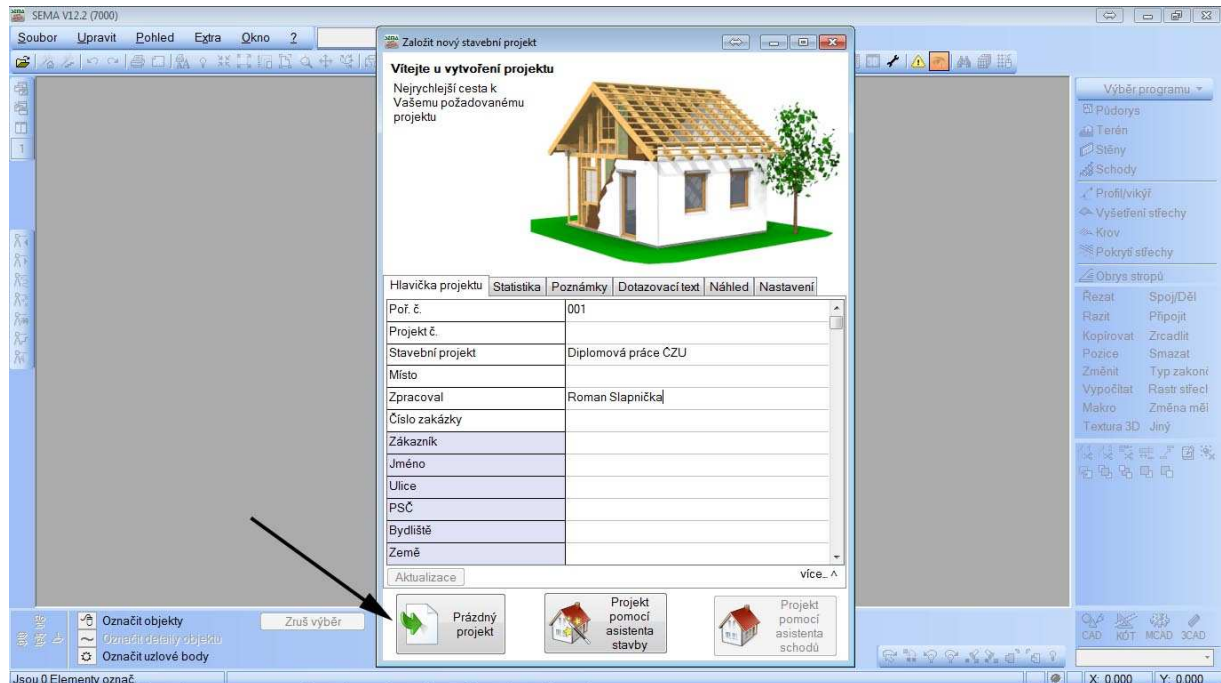


Obrázek 19 založení projektu



### 9.1.2. Protokol stavebního projektu *Obrázek 20*

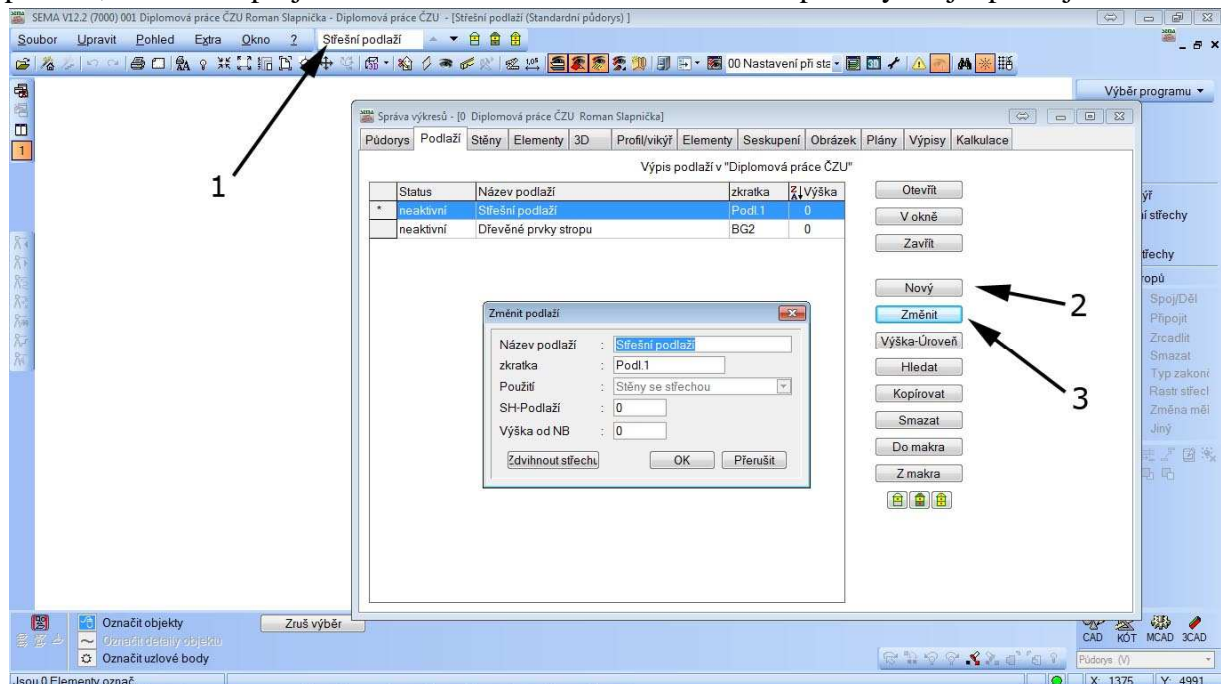
Do protokolu se vyplňují potřebné informace o daném projektu, které následně mohou sloužit k pozdějšímu vyhledávání v seznamu projektů, nebo pro přenesení údajů do razítka výkresů. Pro založení se volí ikona prázdný projekt.



Obrázek 20 Protokol stavebního projektu

### 9.1.3. Definice podlaží *Obrázek 21*

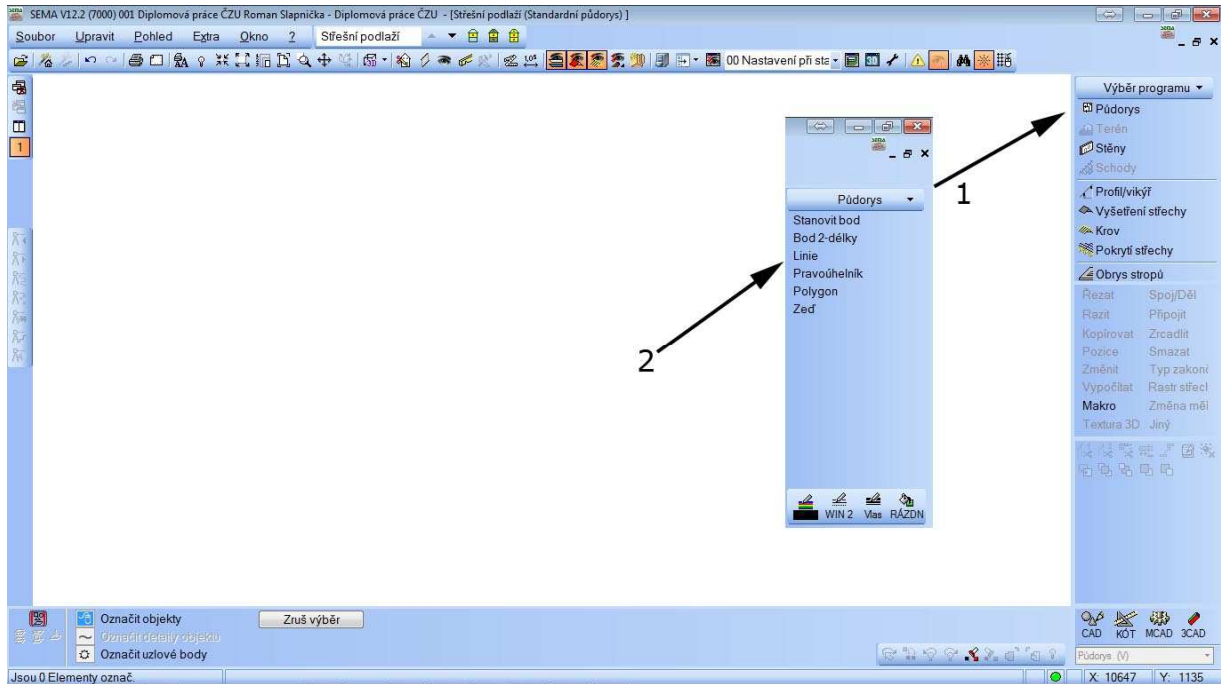
Prvním krokem, který je třeba udělat před zahájením kreslení je nadefinování jednotlivých podlaží, které v projektu budou třeba. Podlaží se dle potřeby dají později editovat.



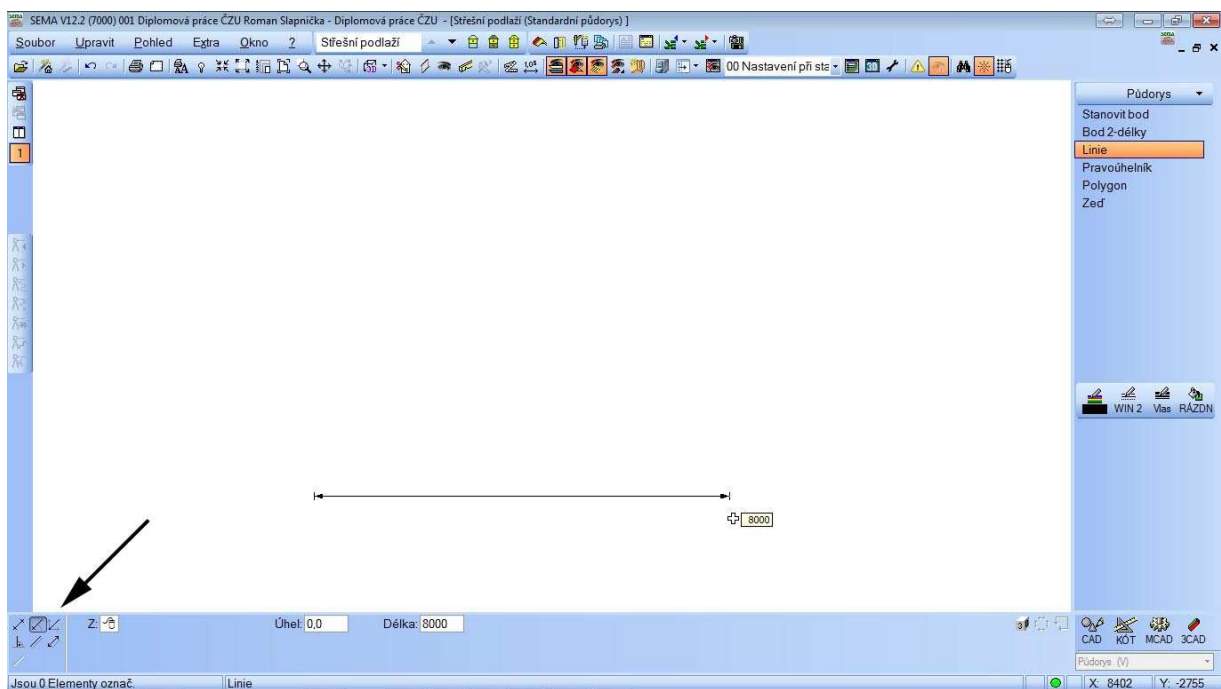
Obrázek 21 Definice podlaží

#### 9.1.4. Tvorba půdorysu *Obrázek 22*

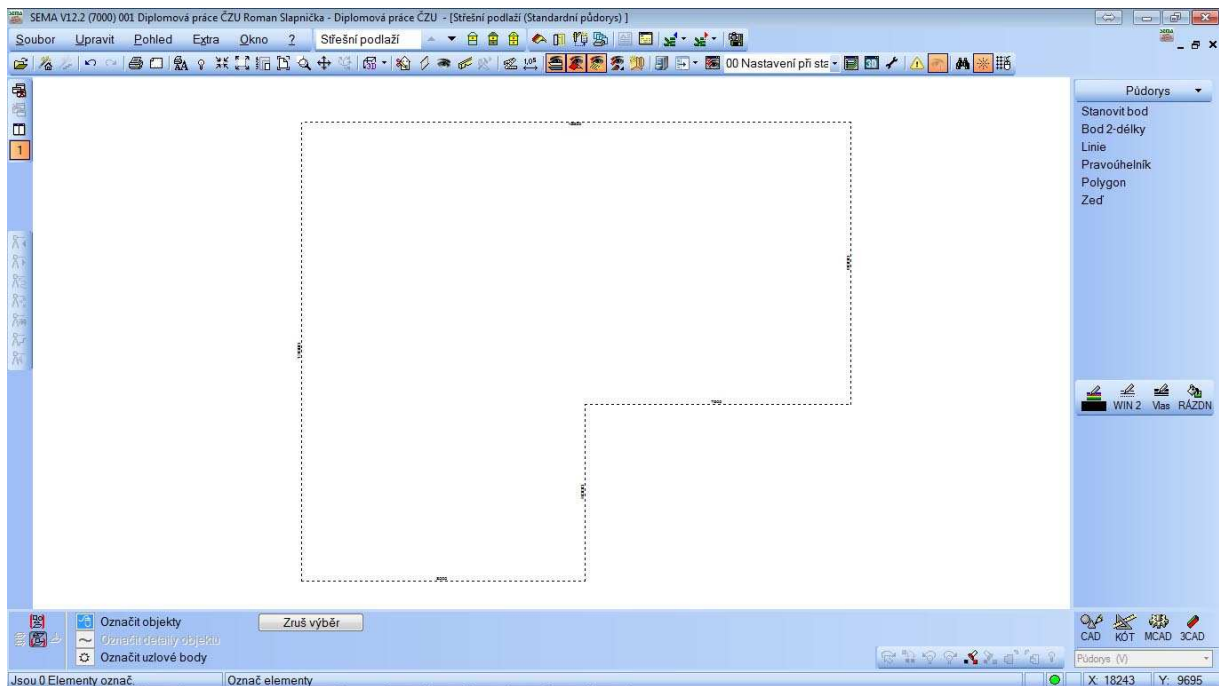
Půdorys se dá vytvořit přímo v programu, ale nejčastější variantou v praxi je, že si podklady projektant stavebních dílců přebírá (importuje ve formátech dwg, dxf a jiných) od jiného projektanta, kteří často využívají jiné programy. V programu se dá tvořit půdorys pomocí linií s více možnostmi zadávání. (bod-bod; bod-úhel-délka; rovnoběžka; kolmice....) *Obrázek 23* Pro ukázkou je zvolen půdorys do tvaru L. *Obrázek 24*



*Obrázek 22 Tvorba půdorysu*



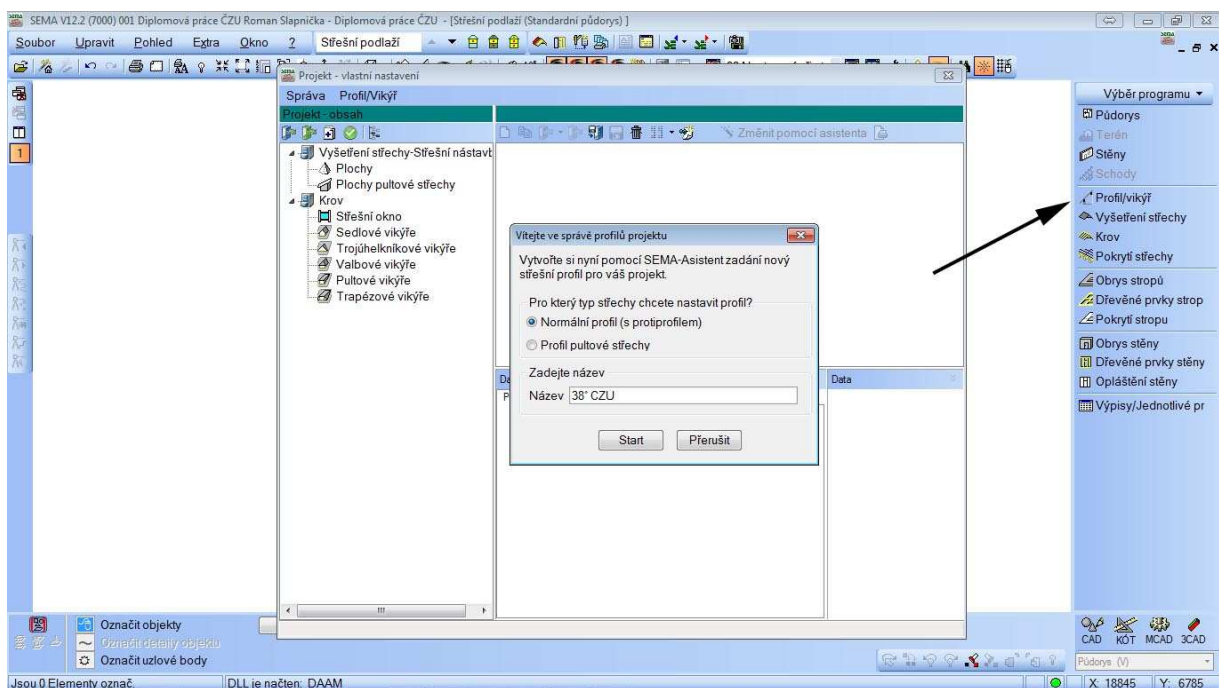
*Obrázek 23 Možnosti zadávání*



Obrázek 24 Půdorys do tvaru L

### 9.1.5. Založení profilu *Obrázek 25*

Před konstruováním samotných dílců střechy se pomocí funkce profil/vikýř nadefinuje a pojmenuje profil. Je zde možnost vybrání již dříve nadefinovaných profilů, nebo například jejich dodatečná editace. V této záložce mohou být i dříve námi nadefinované konstrukce vikýřů různých tvarů. Pro společnosti vyrábějící typové vikýře to znamená ohromné usnadnění práce



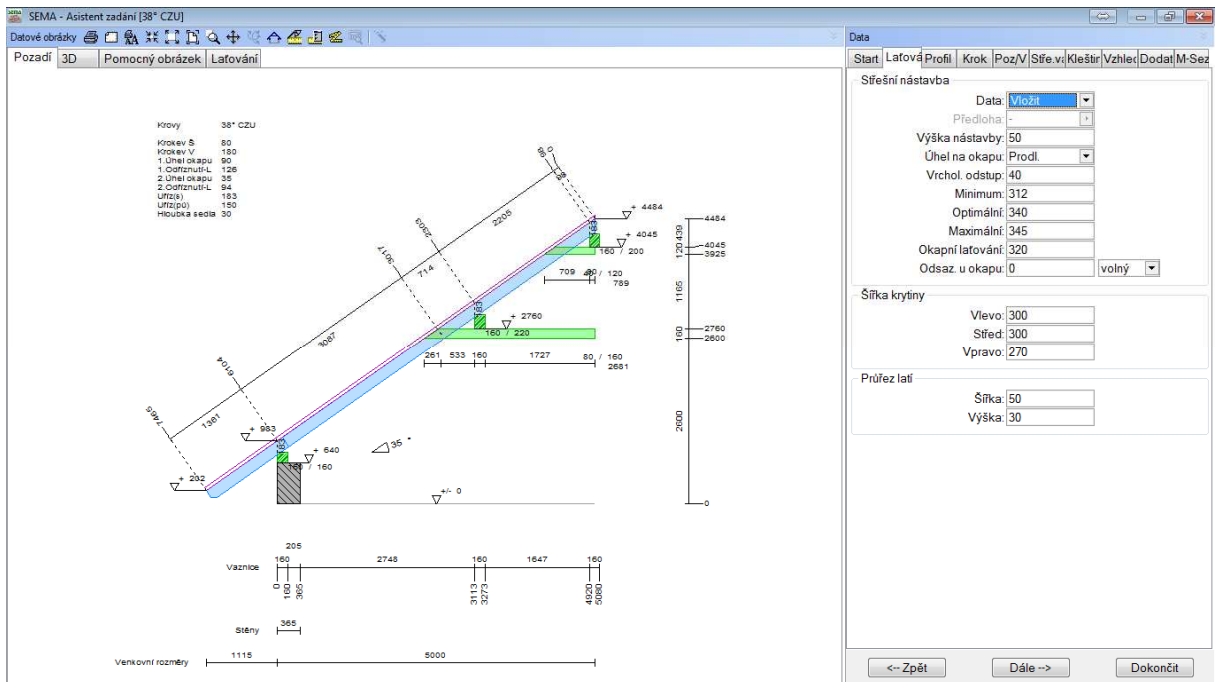
Obrázek 25 Založení profilu

### 9.1.6. Asistent zadávání

Tento asistent pomáhá ke snadnému založení profilu. V první kartě se pouze zvolí o jaký typ střechy se jedná *Obrázek 26*. V tomto případě je zvolena vaznicová střecha. V druhé kartě se nastavují parametry laťování *Obrázek 27*, které se dají nastavit buď to ručně, nebo předdefinované pro velkou škálu střešních krytin.

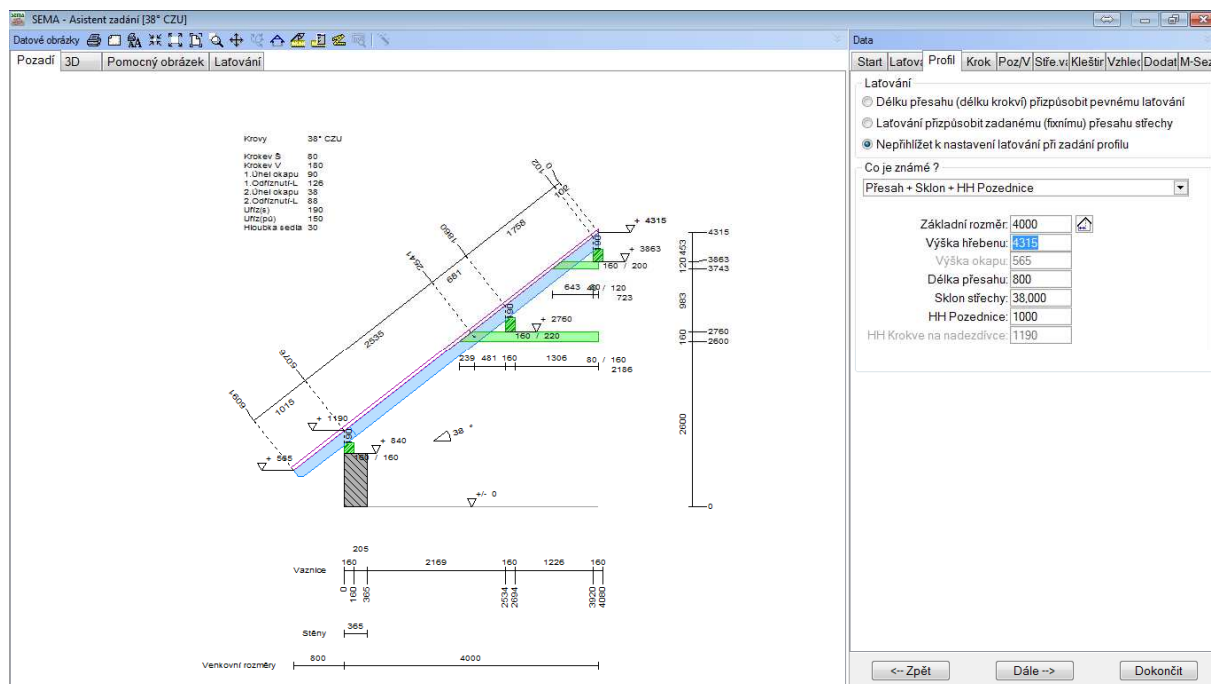


*Obrázek 26 Typ střechy*



*Obrázek 27 Nastavení laťování*

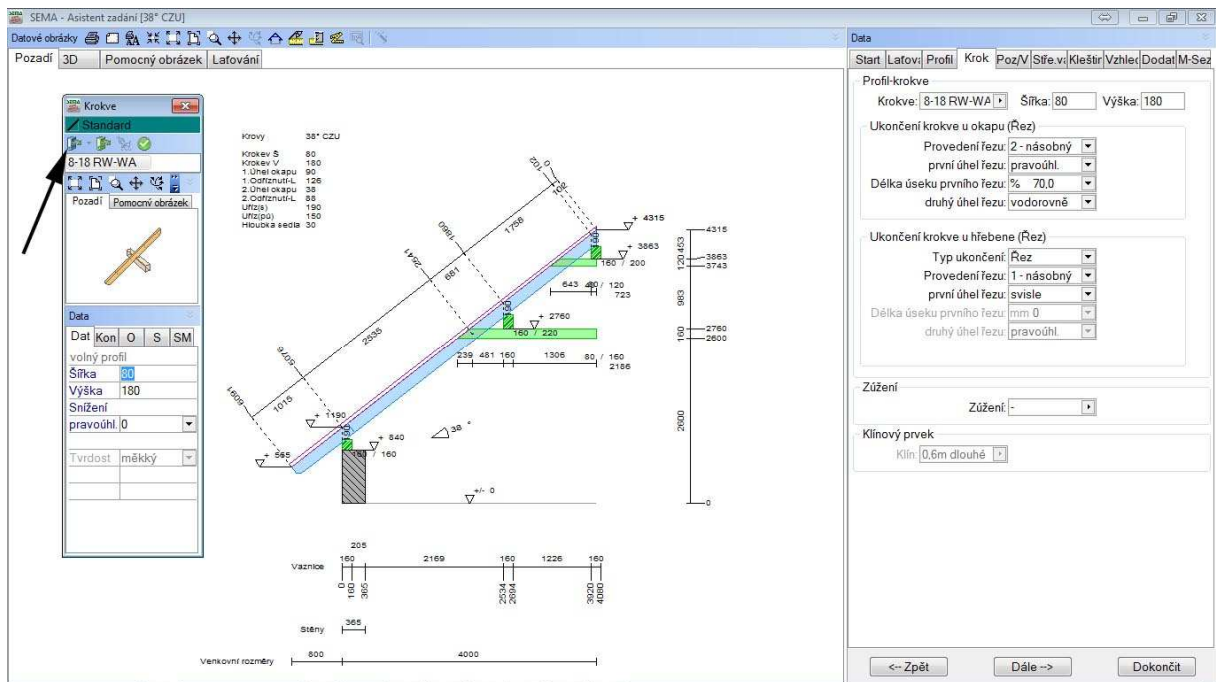
Na třetí kartě se zadávají základní údaje o profilu *Obrázek 28*, jako jsou: základní rozměr, sklon, horní hrana pozednice, ..... Vždy je třeba vybrat údaje, které jsou známy a ostatní se automaticky dopočítávají. Dále se zde nastavuje závislost přesahu střechy na laťování. Zde je několik možností. Lze střešní přesah uzpůsobit podle laťování krytiny, které se zde dá snadno nastavit, nebo již v katalogu může být pro jednotlivé střešní krytiny nadefinováno. Další možnost je využívána pokud si investor projektu z nějakého důvodu přeje přesah nezávisle na laťování.



Obrázek 28 Základní údaje o profilu

Pod další kartou se nachází nastavení krokví *Obrázek 29*. Opět je možnost nahrání krokví z knihovny již uložených a přednastavených, nebo si jednoduše kroky nastavit. Nastavuje se zde jak samotný příčný rozměr krokve, tak jednotlivé zakončení krokví jak u vrcholu, tak u okapu.

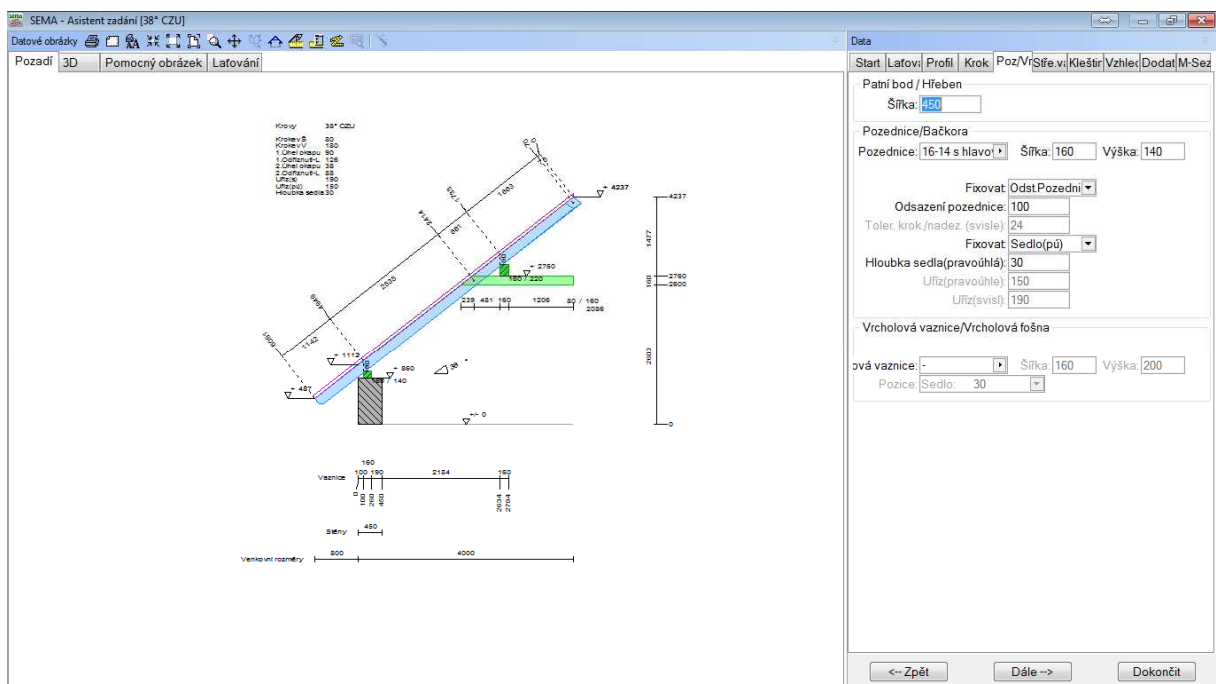
Dále pak použité materiály a různé poznámky které mohou sloužit pro lepší orientaci ve výpisech



Obrázek 29 Nastavení krokvi

Na kartě Poz/Vaz *Obrázek 30* lze nastavit šířku patního bodu, jinak řečeno šířku nadezdívky. Dále pak profil pozednice a vrcholové vaznice. Další věcí co se zde nastavuje je hloubka sedla na krokvi, které se s těmito vaznicemi protínají. To samé se nastavuje na následující kartě ale u mezilehlých středových vaznicích. Je to zde rozdělené na Vaznici 1, Vaznice 2.... Navíc se zde zadává spodní nebo horní hrana vaznice.

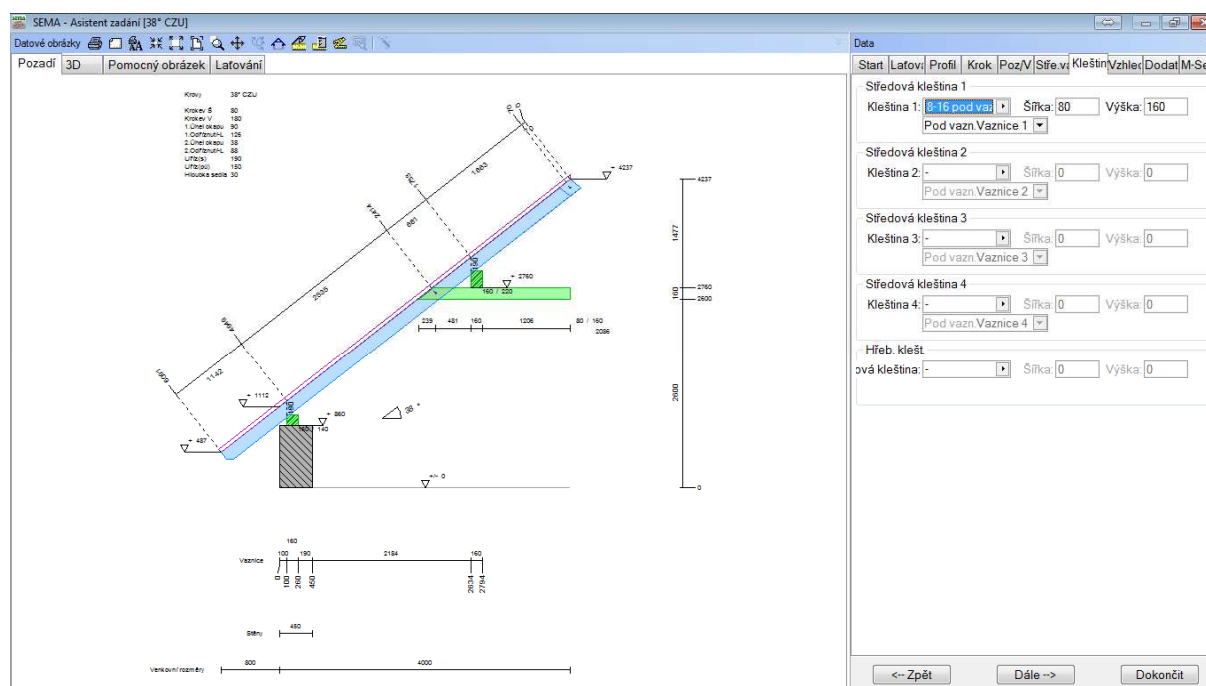
Vaznice se opět dají nahrát přednastavené z katalogu, nebo ručně nastavit.



Obrázek 30 Nastavení pozednice a vrcholové vaznice

Další karta je určena k definování kleštín *Obrázek 31*. Jako u předchozích karet se zde dají kleštiny načíst z katalogu, nebo ručně nastavit. Definuje se zde výška, do které má být osazena, dále pak způsob spojení s krokví, zda má být do ní zapuštěna, nebo pouze přisazená. Dále se definuje koncový typ kleštiny, množství na jeden pár krokví. Zda bude pouze zleva, či zprava, nebo pár. V neposlední řadě se zde dá nastavit vývrt kleštín pro osazení závitové tyče, svorníku.

Kleštiny jsou jako vaznice číslované a dají se k vaznicím přiřazovat výškově. Například Kleština 1 pod Vaznicí 1.



*Obrázek 31 Nastavení kleštín*

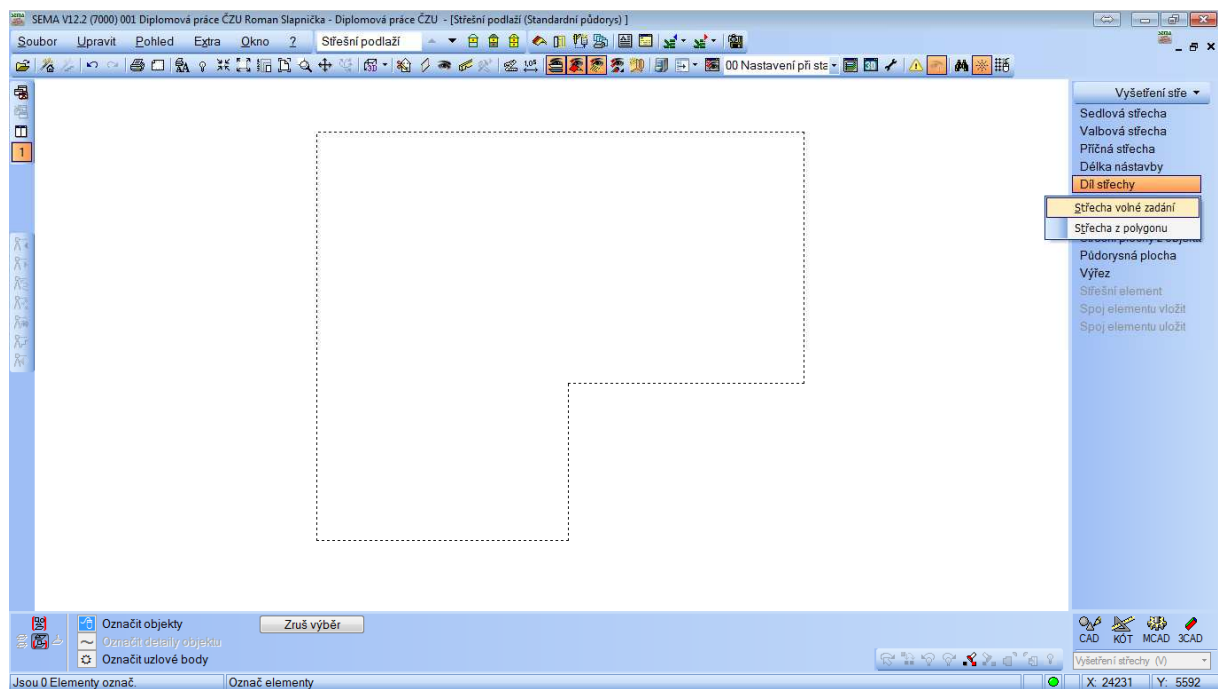
Ostatní karty nejsou třeba vypisovat. Jedná se především o vzhled 3d textur a poznámky pro seznamy materiálů. V praxi se tyto poslední 3 záložky nevyužívají.

Nastavení profilu je to nejpodstatnější na konstruování krovu a také se zde mohou udělat největší chyby už na počátku práce. Proto ve firmách profily tvoří pokud možno spolehlivý pracovník, který tím na sebe bere velkou zodpovědnost.

Takto sestavený profil se dá uložit do katalogu a později využít pokud bude stejný případ konstrukce. Ve firmách, které vyrábí typové domy je toho často využíváno.

V této fázi, kdy je sestaven profil je na čase vytvořit střešní plochu. To lze provést opět několika způsoby. Rozhodující faktor je typ střechy. Pokud se jedná o sedlovou, valbovou, pultovou jednoduchou střechu jsou zde proto jednotlivé klávesy. Náš bude ale jiný a to v tom,

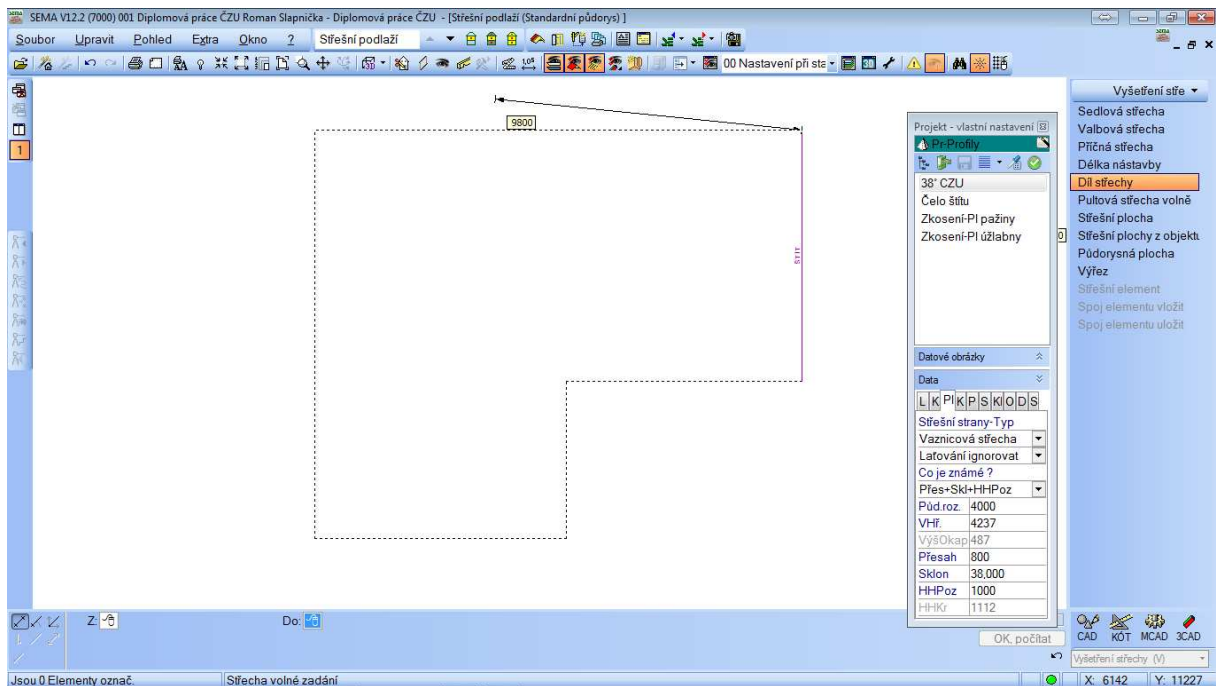
že na jedné straně bude klasický štít, kdež to na druhé bude valbová střecha, tedy okapová hrany místo štítové. Pro takovouto situaci je nejlepším způsobem zvolit zadávání střešní plochy pomocí příkazu **Díl střechy a Střecha volné zadání**. *Obrázek 32*



*Obrázek 32 Vyšetření střechy*

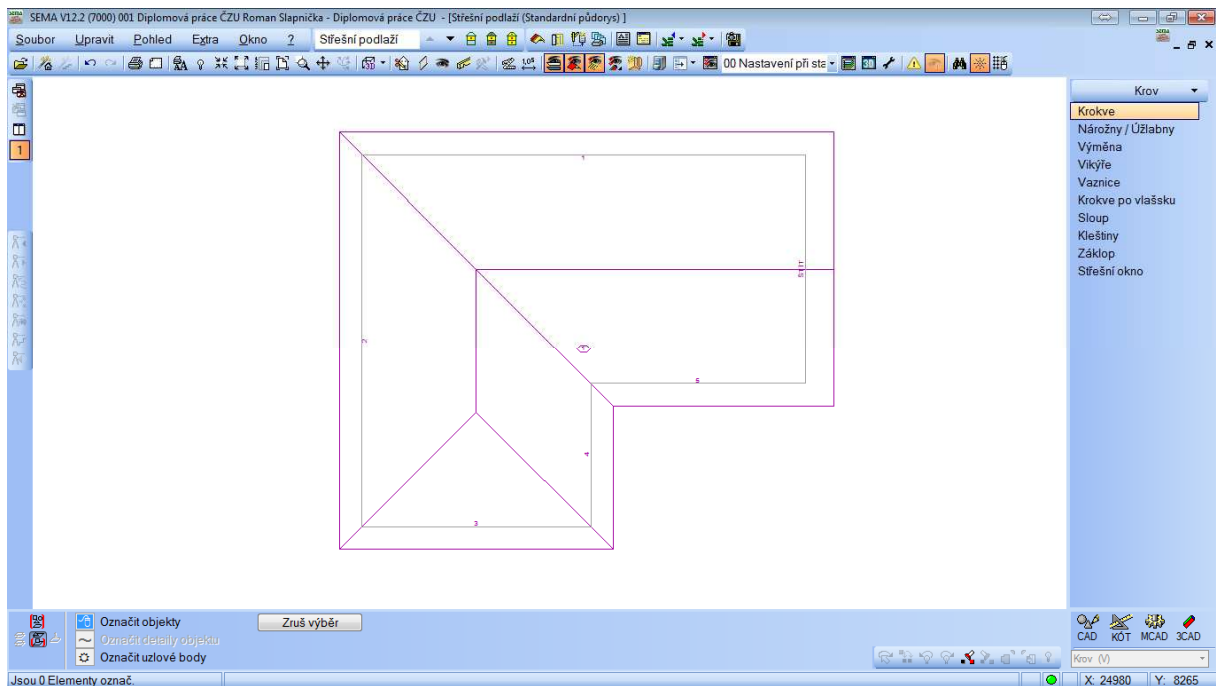
Zde natahujeme jednotlivé hrany a volíme buď nadefinovaný profil nebo štítovou hranu podle toho kde se co nachází *Obrázek 33*. Veškeré údaje o definici jednotlivých ploch jako jsou sklon, horní hrana pozednice, přesahy, atd. jsou již nadefinované v profilu. Takto může být na složitých střechách nadefinováno i několik profilů. V tomto případě si vystačíme s jedním a na jedné straně se štítovou hranou.



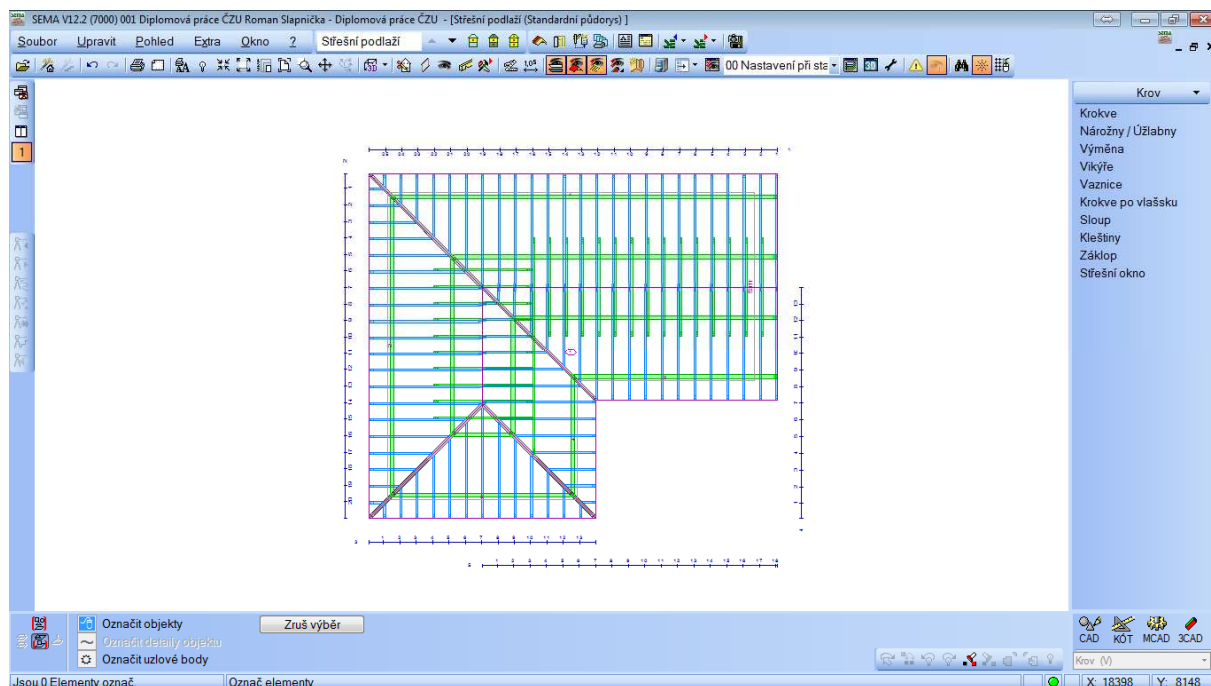


Obrázek 33 Vyšetření střechy 2

Výsledkem jsou takto vytvořené střešní plochy *Obrázek 34*, do kterých nyní může osazovat jednotlivé elementy. Pro hrubé cenové nabídky spousta firem využívá automatizace krovu *Obrázek 35*, která dokáže zhruba vytvořit krovové soustavy, ale použitelné je to pouze k určení přibližné kubatury dřeva a přibližného výrobního času na stroji. Pro nacenění a případné objednání materiálu na pile je to však dostačující a praxí ověřeno.

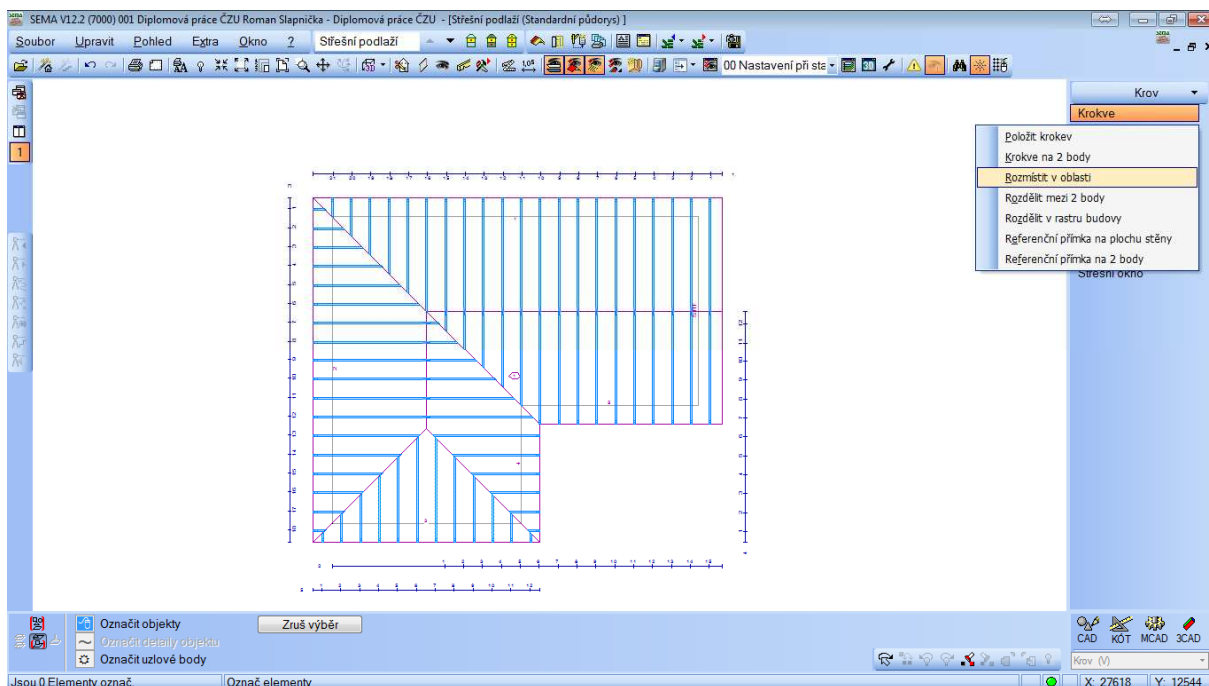


Obrázek 34 Vyšetřené střešní plochy



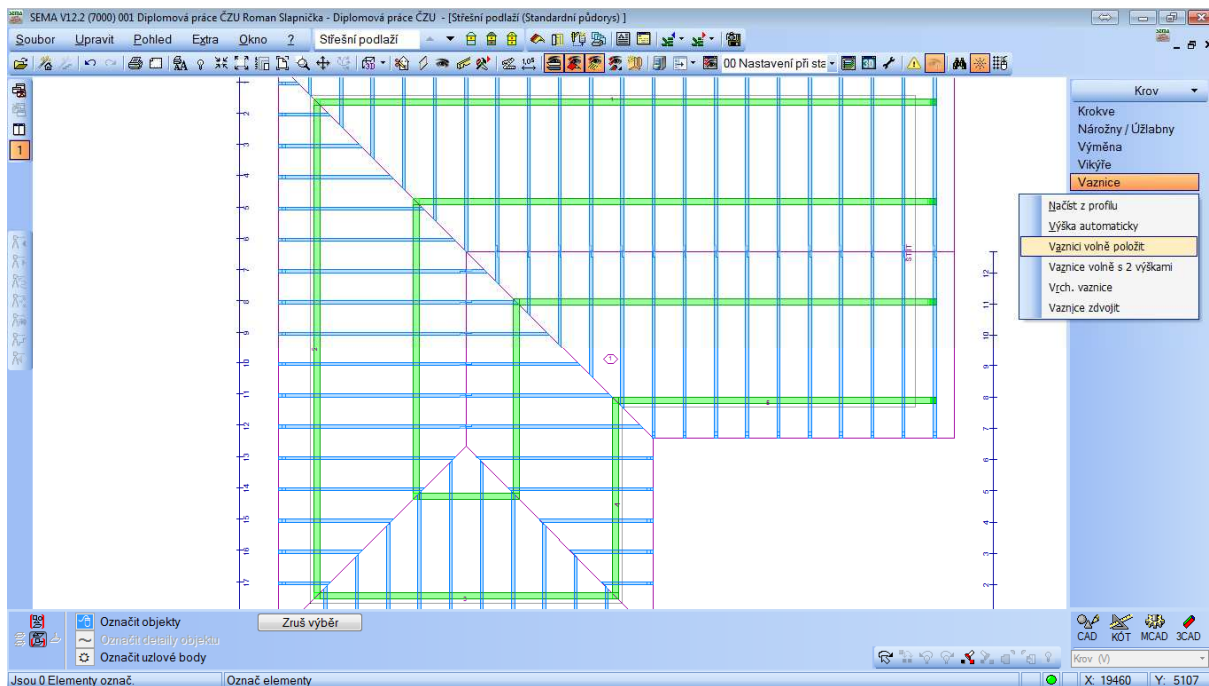
Obrázek 35 Automatizace krovu

Vkládání jednotlivých střešních elementů je jednoduché a intuitivní. Vždy je dobré začít krokve. Zvolí se ikona Krokve a v dolním levém rohu nás program navádí co dál *Obrázek 36*. Tedy označení střešní plochy na kterou se krokve budou osazovat. Je zde opět více možností jak zadávat krokve. Varianta, která se v praxi nejčastěji používá, je rozmístit v oblasti. Pomocí této funkce se krokve rovnoměrně rozmístí v ploše a to buď pomocí zadání počtu krokví, nebo osově vzdálenosti mezi krokve. Dále je zde možnost osazení krokví mezi dva body, které je třeba určit nebo co se taky velmi často používá pokud máme například naimportovaný podklad v dxf formátu od projektanta, který již osy krokví má v půdoryse zobrazené, funkce **položít krokve**, která funguje pouze jako osazení jedné krokve k bodu. Krokve se dají zrcadlit z jedné plochy na druhou, kopírovat i různě editovat.



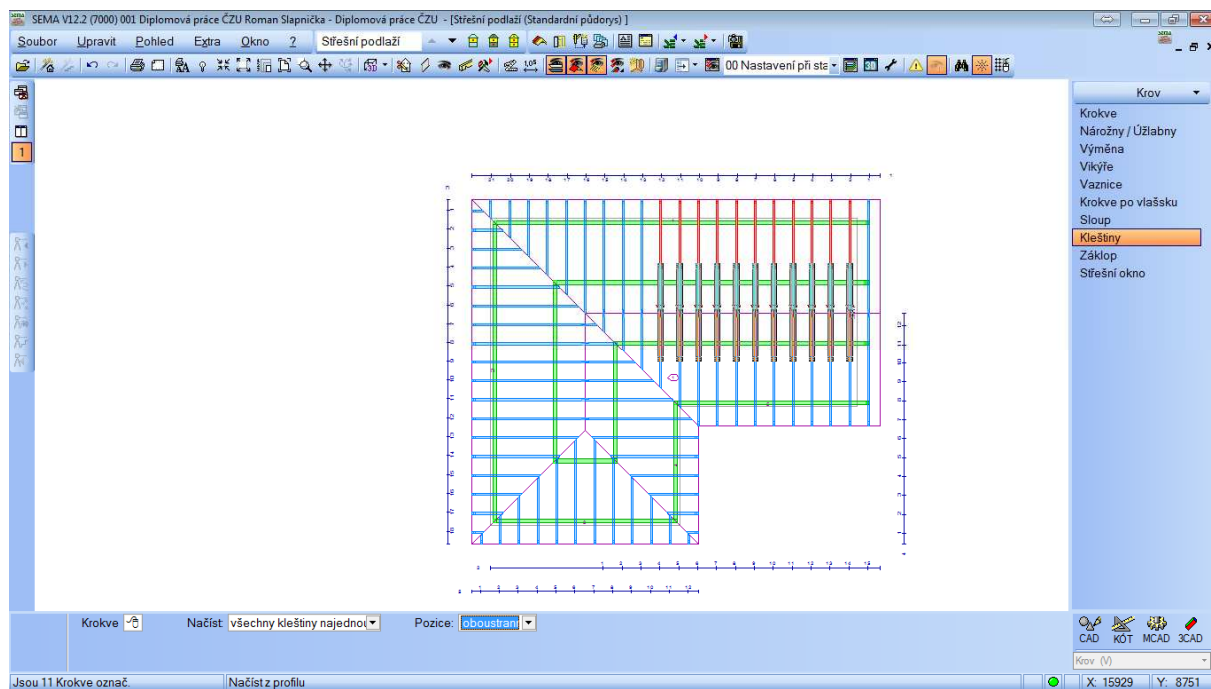
Obrázek 36 Osazení krokvi

Další na řadu přicházejí vaznice a pozednice. Tyto prvky máme již nadefinované v profilu. To znamená, že nyní stačí pouze označit jednotlivé střešní plochy a zvolit funkci **Načíst z profilu** Obrázek 37. Vaznice se automaticky vloží do správné polohy, která je dána jejich výškou a sedlem na krokvi. Navíc se automaticky vaznice naplátují ve spojích. Kdybychom potřebovali dodatečně přidat další vaznice, je zde proto zase více možností jak ji vkládat.



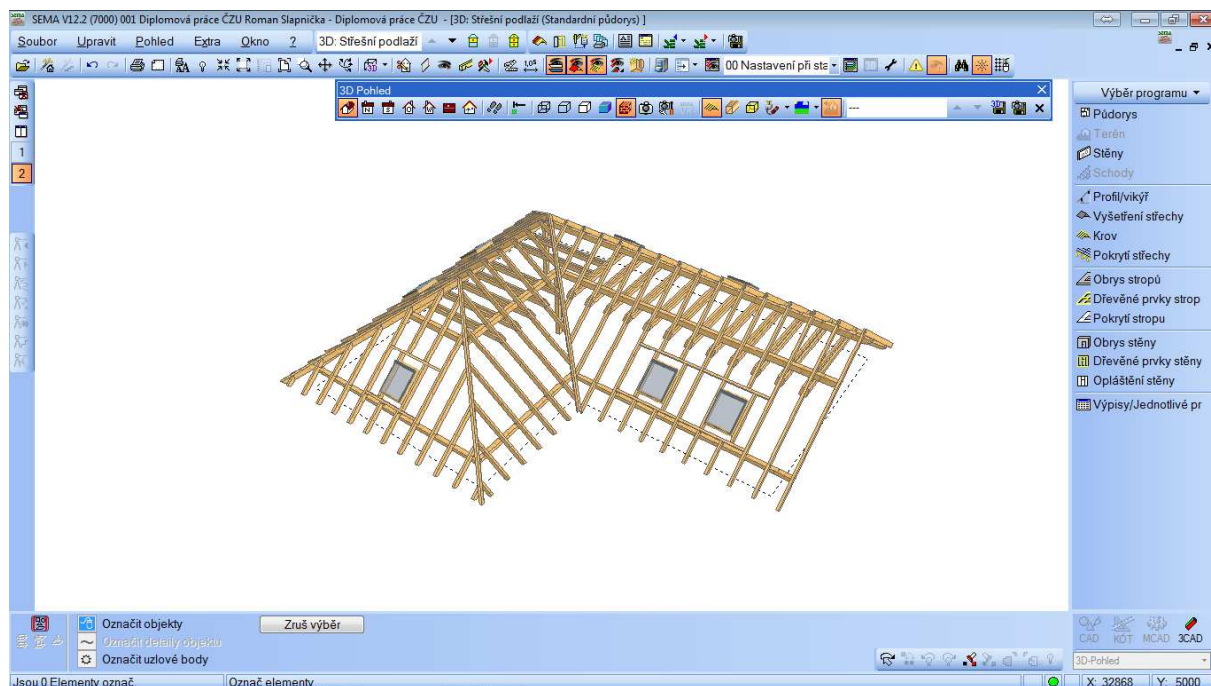
Obrázek 37 Načtení vaznic

Dalšími prvky, které zde ještě chybí jsou kleštiny. Ty se vkládají podobně jako vaznice, ale v tomto případě neoznačujeme střešní plochy, ale krokve ke kterým mají být kleštiny přidány *Obrázek 38*. Kleštiny lze stejně jako vaznice vkládat ručně do libovolné výšky nebo třeba na 2 body. U kleštin se při přiřazení ke krokvim dá navíc nastavit které kleštiny se mají osadit, pokud jich je v profilu definováno více a také jestli mají být v páru nebo jen vpravo či vlevo.



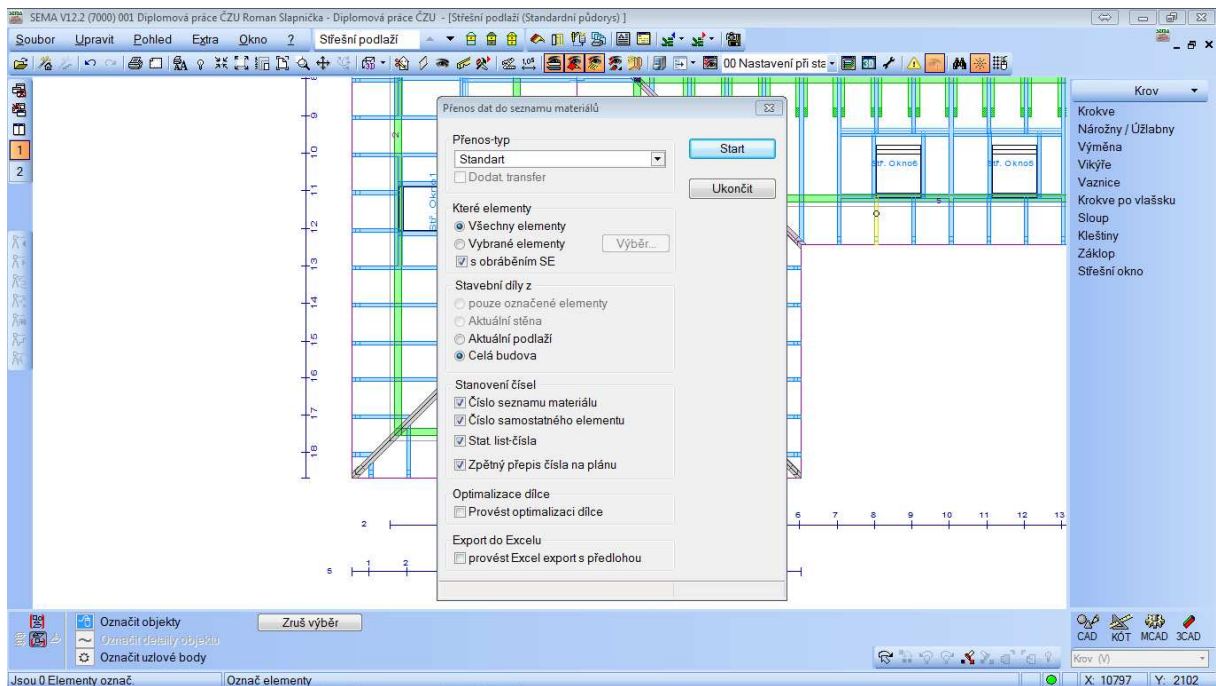
*Obrázek 38 Vložení kleštin*

Dalším krokem je osazení nárožen a užlaben. To provedeme klikem na příkaz Nárožny/užlabny, nadefinuje se profil a podélné seřezávání a jednoduše se osadí na příslušné linie. Dále je pak možno do krovu vkládat podpěrné sloupky, střešní okna, výměny pro komín a různé spojovací prostředky nebo například ocelové podpěrné prvky, které jsou buď součástí katalogu nebo se dají samostatně nadefinovat a do katalogu vložit.



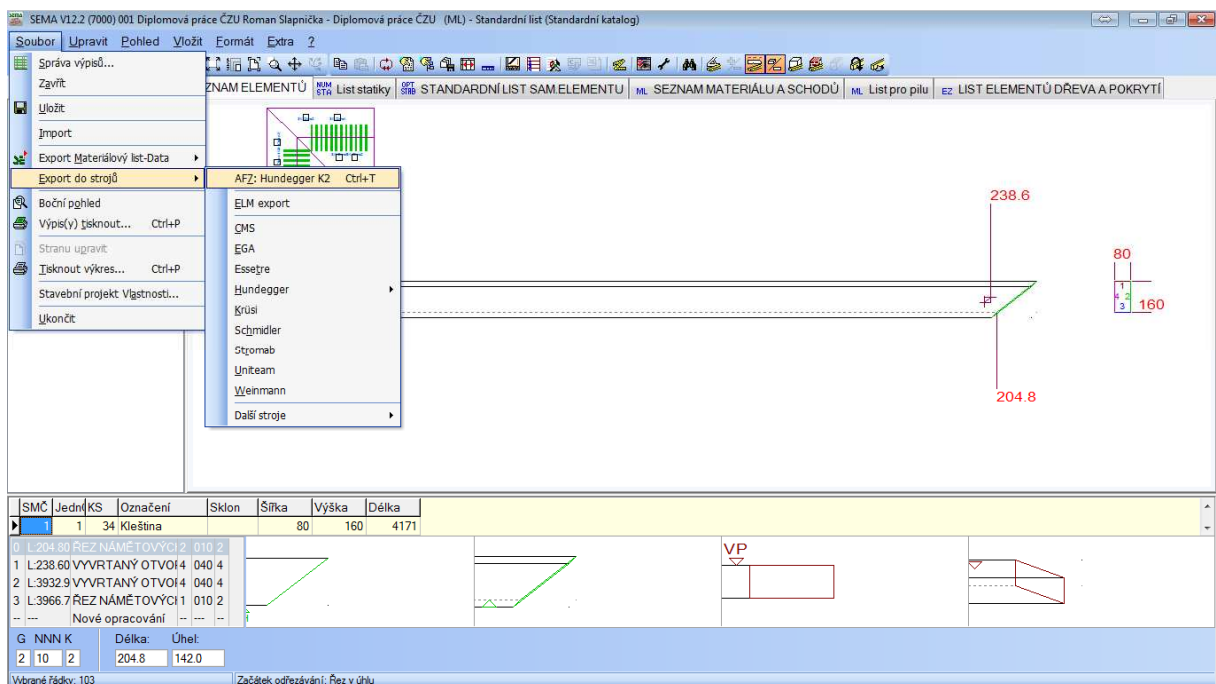
Obrázek 39 Hotový krov připravený na export

Takto vytvořený krov je připraven k exportu do výpisů materiálu *Obrázek 39*. Ten provedeme pomocí klávesy F11. Objeví se tabulka, ve které zaškrtneme požadované informace, které se mají exportovat *Obrázek 40*. Exportovat se dají samostatně jednotlivá podlaží, nebo celá budova najednou. V praxi se také často používá dodatečný transfer, který je uplatněn, když děláme změny v projektu a je třeba pouze nějaké prvky dodat do výpisu. U každého prvku je v tomto případě zaškrtnuto, aby se exportoval do seznamu materiálů, ale někdy se toto nemusí hodit a proto je tu i možnost u prvku nastavit aby se neexportoval.



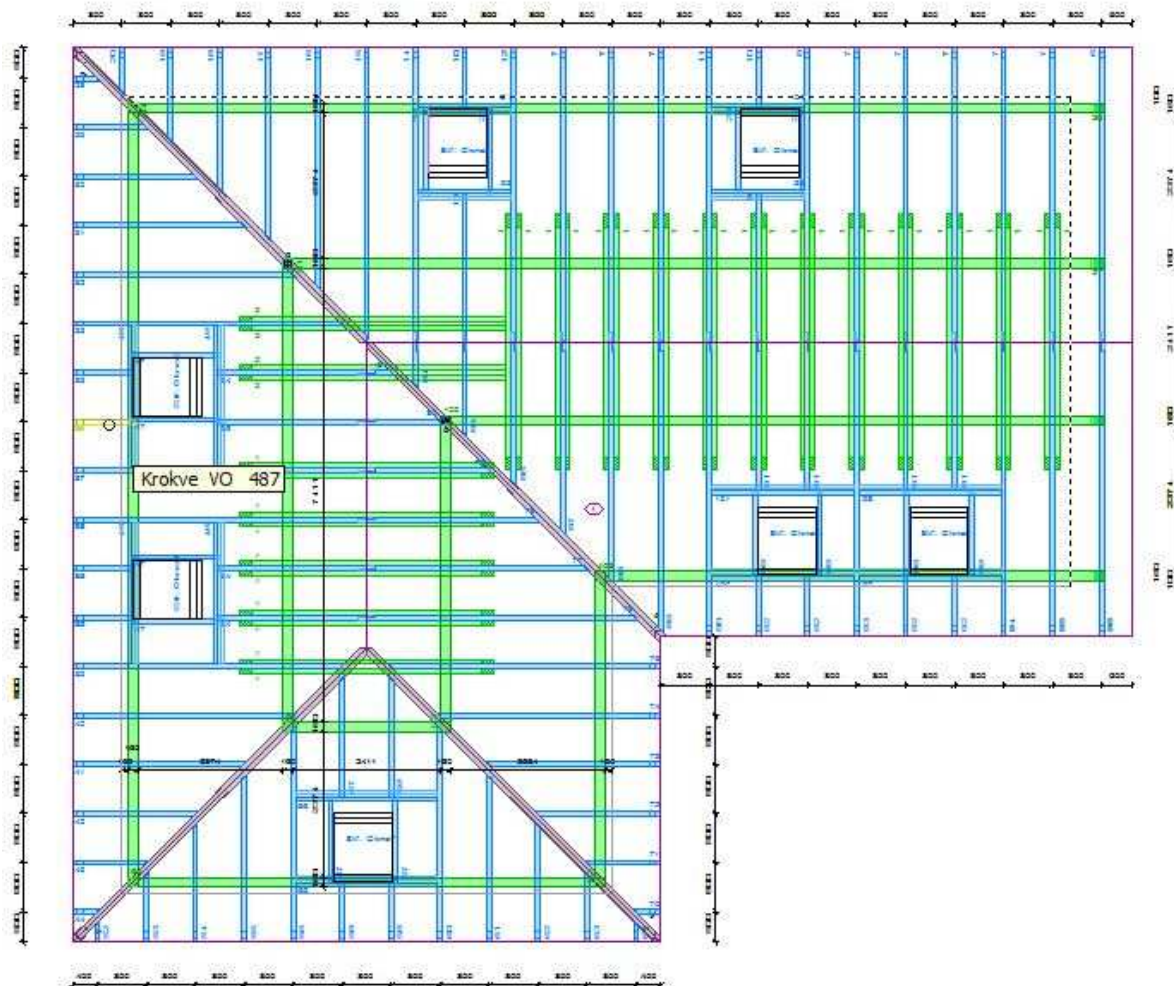
Obrázek 40 Export do výpisů

Z výpisu materiálu lze velmi snadno vyexportovat data do formátu BVN Obrázek 41, který je posléze otevřen v programu EKP, který je popsán níže. Dále se zde může vyexportovat výpis do formátu doc. či xls. a dále s nimi pracovat. V praxi se většinou tiskne výpis jak pro kontrolu u obráběcí centra, tak montážní četě, aby v případě vadného nebo chybějícího kusu mohli říci, které číslo se má vyrobit znovu a na stavbu poslat. Obsluha obráběcího centra si odškrtává vyrobené prvky a výpis ukládá do vyrobených zakázek pro případnou kontrolu.



Obrázek 41 Export do BVN

Další co je třeba vytisknout jak pro obsluhu stroje, tak montážní četou jsou montážní výkresy *Obrázek 42*, na kterých jsou zřetelně očíslované jednotlivé prvky krovu. Takto očíslovaný půdorys a řez ,popřípadě doplněný kótami, bohatě postačuje na sestavení krovu montážní četou.



*Obrázek 42 Montážní výkres*

## 9.2. Program EKP ve stroji Hundegger K2

Pomocí tohoto programu je plně automaticky, za použití počítače řízeno, obráběcí centrum Hundegger. Neslouží pouze k řízení, ale i k údržbě a v neposlední řadě také k samotnému navrhování dat. Tento postup je však dosti nepraktický, jelikož nejsou zcela zřetelné návaznosti jednotlivých prvků. Lepším způsobem je data naimportovat z CAD dřevařských programů, které jsou na to určeny. Například Sema, Cadwork, Dietrich's a další. Pomocí těchto programů se dají vyexportovat celé budovy, nebo například jen konstrukce krovu a naimportovat do EKP ve formátu BVN.

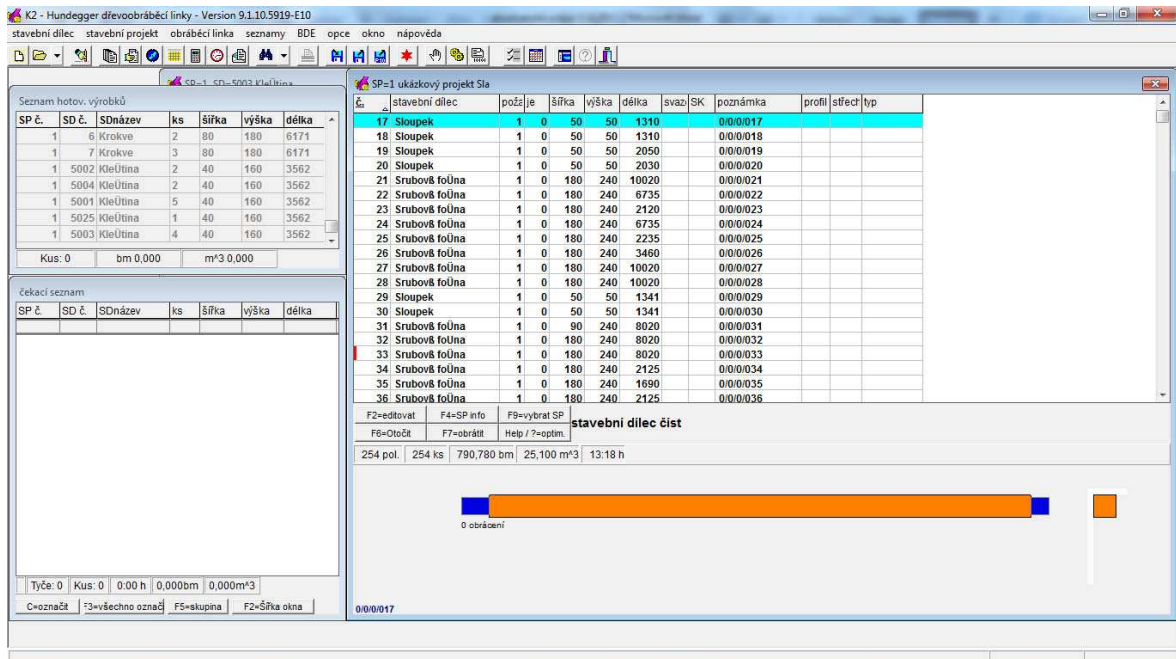
V programu je dále možnost tisku a editace seznamu dílčích prvků, celkové sumy, kusovníky. EKP si automaticky tvoří databázi vyrobených zakázek, což se v podnicích často využívá při výrobě typových konstrukcí, například balkóny, vikýře, pergoly, atd.

Program je velmi obsáhlý, ale má i své nedostatky jako je třeba náhled na prvek ve 3d pohledu, který již u novějších programů od firmy Hundegger je součástí. Tento nedostatek je však eliminovaný použitím Cad programů, výše uvedených, ve kterých si lze jednotlivé prvky snadno prohlédnout. Praktickým postupem kontroly obrábění je mít v PC otevřené současně jak EKP tak konstrukční software.

Níže bude jednoduchým způsobem představen tento software a popsány jednotlivé kroky.

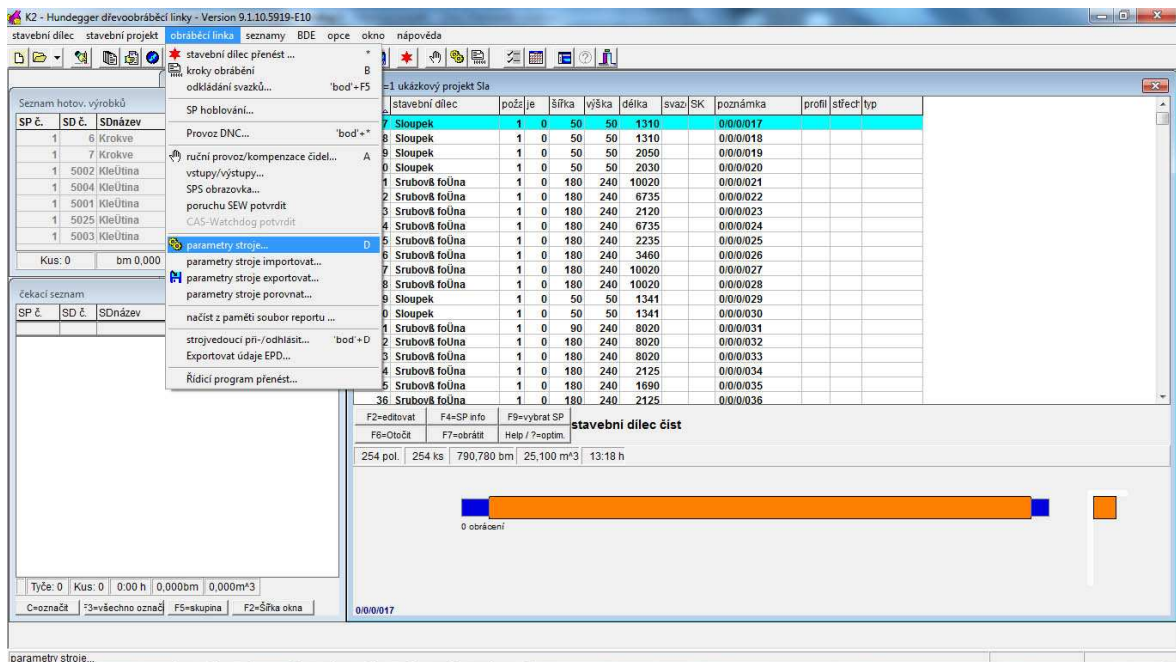


Po spuštění souboru z koncovkou BVN se spustí program a zeptá se jestli má projekt optimalizovat, případně jakým způsobem. Následně se objeví pracovní plocha *Obrázek 43*

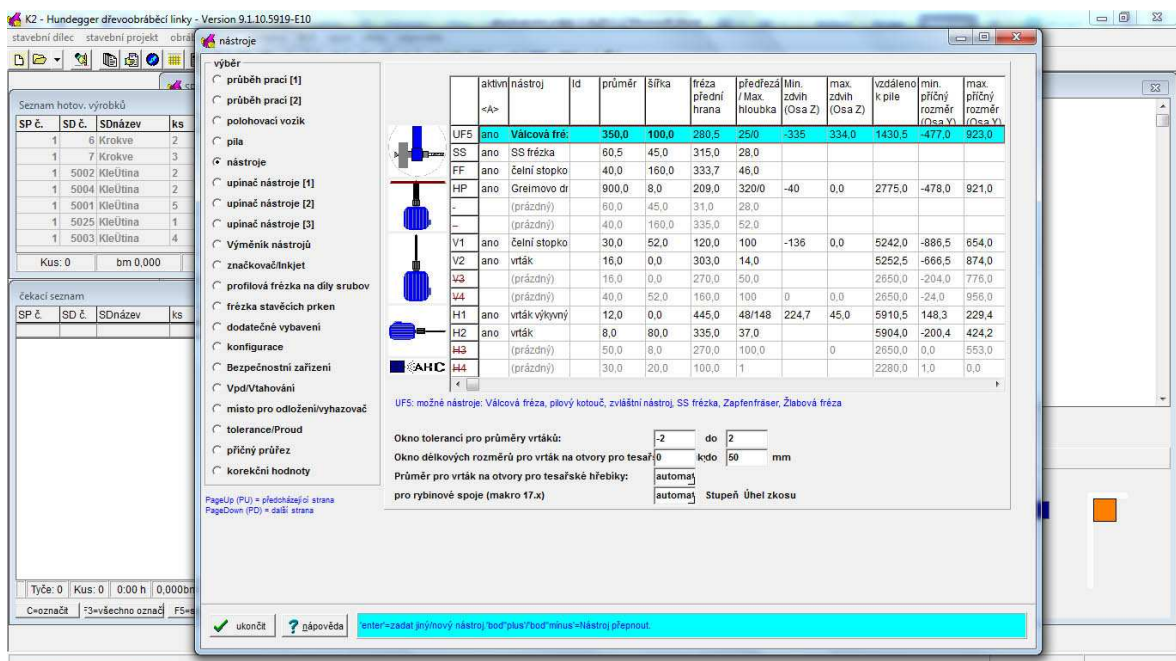


*Obrázek 43 Pracovní plocha*

První krok, který je třeba udělat před samotnou prací s daty je nastavení parametrů stroje *Obrázek 44 ,45*. Ideální stav je, když na všech počítačích jsou nastaveny stejné parametry. Tím se docílí toho, že už projektant který s daty pracuje jako první může ovlivnit pracovní proces a obsluha stroje se tímto nemusí zabývat. Po nastavení parametrů na jednom počítači se dají data exportovat a do dalších PC naimportovat. Přenesení dat lze buď sítově, nebo pomocí flash disku.



Obrázek 44 Parametry stroje



Obrázek 45 Parametry stroje2

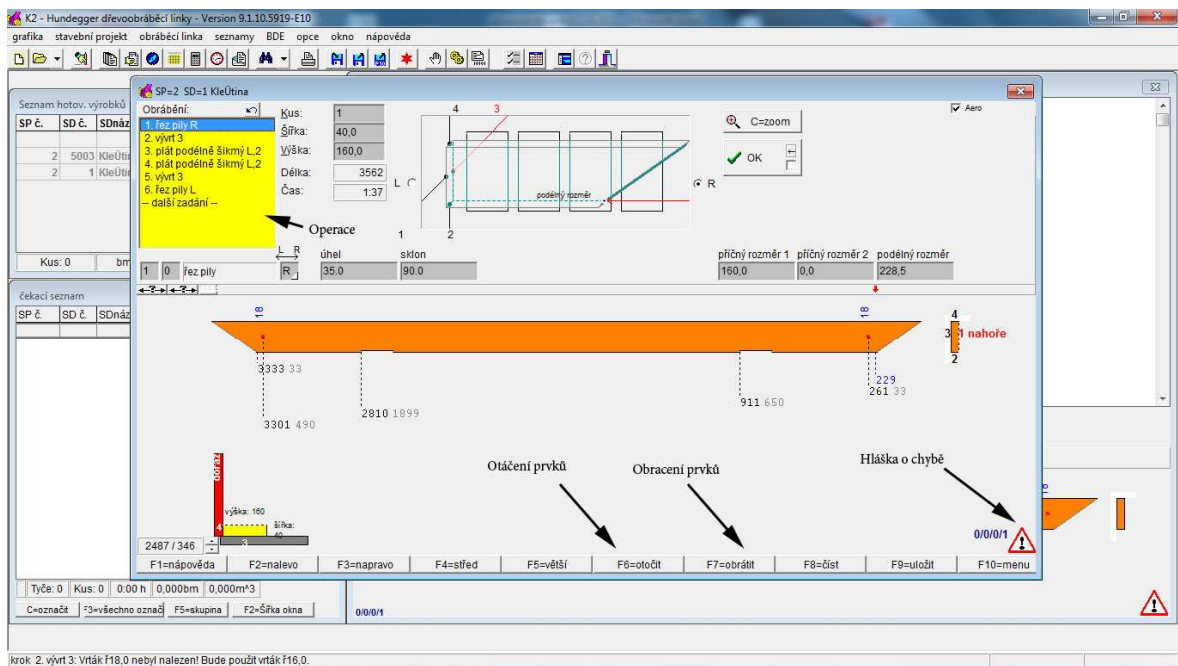
V této fázi můžeme upravovat jednotlivé prvky *Obrázek 46*. Například při otáčení a obracení prvků redukuje čas opracování nebo se nám může stát, že narazíme na chybovou hlášku v pravém horním rohu a zde ji snadno odstraníme (např. „krok 2. vývrt 3: Vrták ř18,0 nebyl nalezen! Bude použit vrták ř16,0.“)

Jestliže jsou naimportované (nastavené) správné parametry stroje, je možno se pustit do upravování a následně optimalizace pracovního času jednotlivých prvků. U softwaru se sice

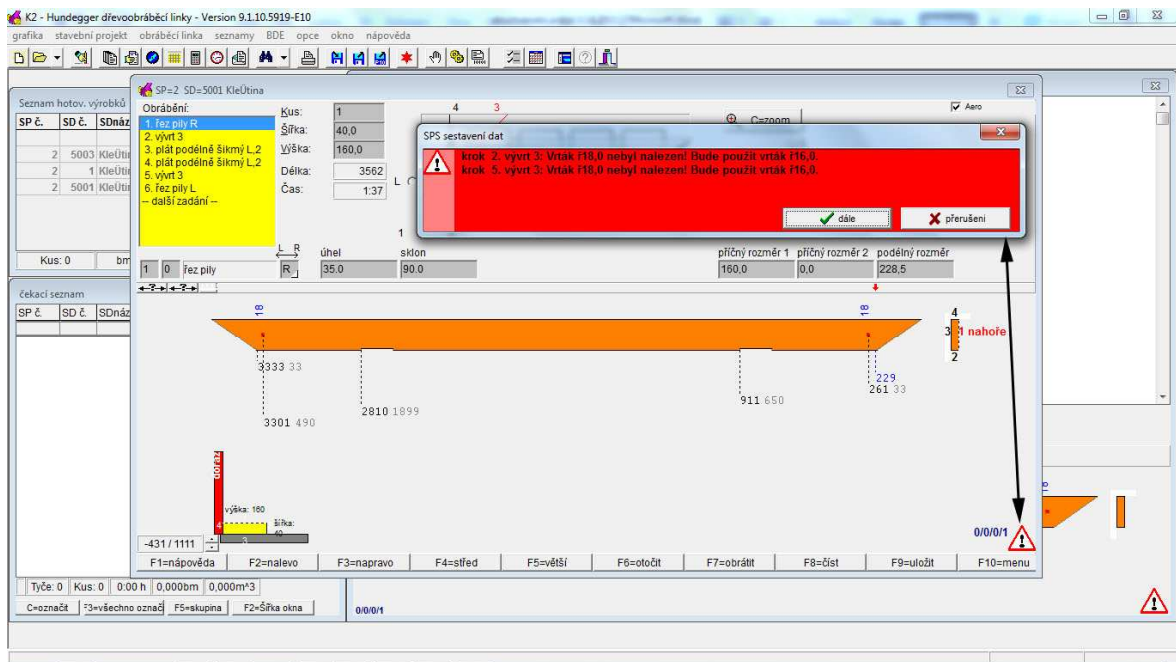
dá nastavit automatická optimalizace, ale ne vždy je tato operace provedena co nejefektivněji. Proto je dobré každý prvek projít a pokusit se ho pomocí příkazů otočit nebo obrátit a tím docílit nižšího obráběcího času. Další věcí, která se může stát je zobrazení chybové hlášky

*Obrázek 47.*

V tomto případě se jedná o použití vrtáku průměru 18mm, který však není upnut do stroje. Program automaticky zvolí vrták, který je průměrem co nejpodobnější. Nyní tedy vrták průměr 16mm.

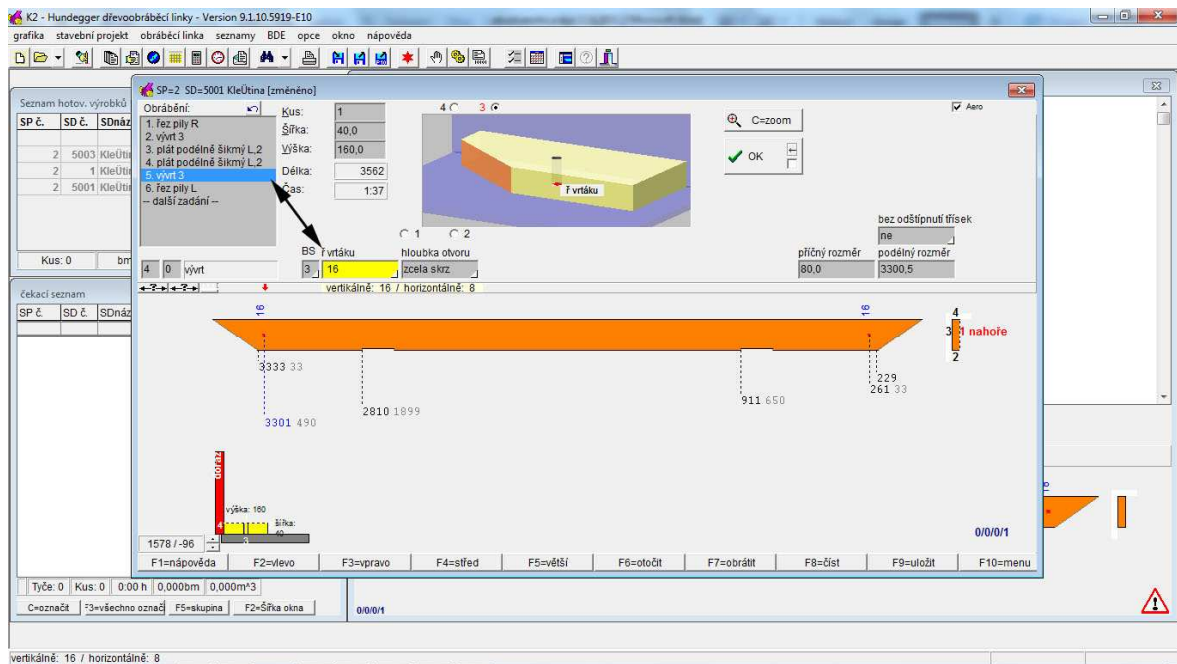


*Obrázek 46 Úprava jednotlivých prvků*



Obrázek 47 Chybové hlášky

Chybová hláška se dá odstranit několika způsoby *Obrázek 48*. Buď to se vřvrtky odmažou a budou provedeny ručně obsluhou. Další možnost je osadit vrták požadovaného průměru do stroje a změnit parametry stroje nebo vřvrt změnit na průměr, který je k dispozici. Poslední varianta je nejjednodušší a nejméně pracná ale ne vždy použitelná. Například statik bude v kleštinách požadovat svorníky o průměru 16mm a k dispozici budou pouze 14mm vřvrtky. Všechny změny je třeba potvrdit klávesou OK a pomocí klávesy F9 uložit.



Obrázek 48 Odstranění chyb

Tento program je využíván především u starších modelů tesařských obráběcích center Hundegger, ale i přesto je zatím nejpoužívanější.

## 10. Praktické příklady realizace staveb a jejich porovnání s klasickými krovky

V této kapitole budou představeny dva velmi podobné krovky, kde jeden z nich bude vyráběn ručně tesaři na stavbě a druhý pomocí stroje Hundegger.

### Ruční výroba: 7m3

Celá výroba krovky byla ulehčena díky tomu, že projekt byl nakreslen v konstrukčním softwaru *Obrázek 49* a byly k dispozici kompletní výrobní výkresy. Nebylo tedy nutné vyšetřovat profil na stavbě. Po zaměření stavby byly vtištěny výrobní a montážní výkresy. Výroba na stavbě *Obrázek 50* trvala 8 hodin ve 4 lidech, což představuje nákladově na pracovní sílu cca. 18 100Kč.

K výrobě a montáži bylo použito následující nářadí:

- 1/ pokosník
- 2/ okružní pila
- 3/ elektrická řetězová pila
- 4/ vrtačka
- 5/ tužka, cvrnkačka, pásno, metr
- 6/ tesařské kozy
- 7/ příklepová vrtačka
- 8/ kompresor a vyfukávací pistole
- 9/ pistole na chemickou maltu
- 10/ rozbrus, gola klíče
- 11/ pásová bruska
- 12/ Peri stojky
- 13/ štafle
- 14/ kurty, lana

Nebylo však možné vyrobit všechna spojení tak, jako např. na stroji. Tím pádem je pak nutné použít více spojovacích prvků – vícenáklady v hodnotě cca. 800Kč.

Montáž krovu trvala 10 hodin ve 4 lidech bez použití jeřábu. Náklady na tuto činnost jsou 14 350Kč.*Obrázek 51*



*Obrázek 49 Krov nakreslen v konstrukčním programu*



*Obrázek 50 Výroba na stavbě*



Obrázek 51 Smontovaný krov

**Strojně: 7,5m<sup>3</sup>** *Obrázek 52,52*

Výroba na stroji Hundegger K2. Strojová výroba trvala 5,2 hodin. U stroje bylo zapotřebí 1 pracovníka obsluhy. Zaměření stavby, zhotovení projektu a strojových dat trvalo 2,5 hodiny. Pokud provedeme kalkulaci na hodinovou nákladovost CNC K2 /energie, obsluha, ostření nástrojů/ dostaneme se na cenu kolem 800 Kč.

Pro kalkulaci ceny za opracování jednoho metru kubického vychází většina firem z čistého strojového času v poměru ke kubickému metru. Čistý strojový čas vidí projektant hned po exportu do programu EKP – je tedy možné tuto kalkulaci provést již pro nabídku konkrétního krovu.

V tomto případě se nejednalo o složitý krov – cena za opracování m<sup>3</sup> byla 2150 Kč + hoblování přesahů a štítových krokví celkem za 2660 Kč.

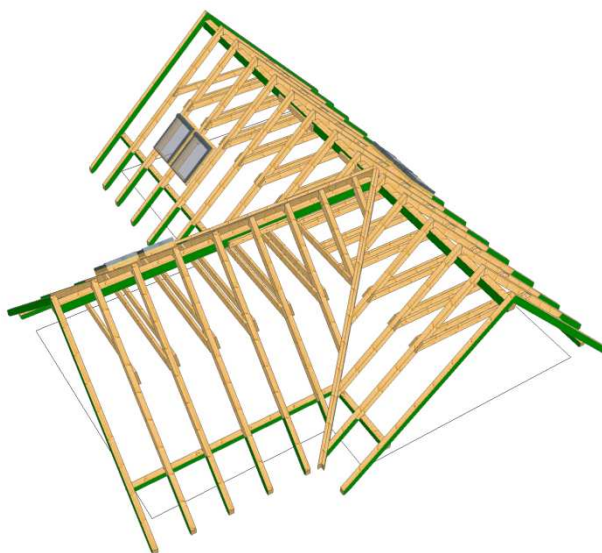


Montáž trvala 7 hodin ve 3 lidech bez použití jeřábu – nákladově jsme tedy na 7630 Kč.

Cena namontovaného běžného krovu z normálního impregnovaného řeziva m<sup>3</sup> na stavbě se pohybuje od 12 000 do 17 000 Kč – podle lokality, složitosti, atd. Jedná se většinou o ceny bez dopravy, jeřábu, spojovacího materiálu,...

Z uvedeného vyplývá, že je pro tesaře výhodnější pokud provádějí montáže z CNC, než aby si krovky vyřezávali sami. Pokud tedy při stávajících cenách nakoupím řezivo za 6 000 Kč/m<sup>3</sup>, impregnace 400 Kč/m<sup>3</sup>, opracování 2 500 Kč/m<sup>3</sup>, doprava s teleskopickou rukou na 500 Kč/m<sup>3</sup>, spojovací materiál 600 Kč/m<sup>3</sup>, dostanu se na cenu materiálu na stavbě se spojovacím materiálem 10 000 Kč a nepotřebuji jeřáb – jen montážní plány...

Montážní četa o třech lidech si tedy za den může vydělat u takového krovu bez velké dřiny kolem 20 000 Kč, není zapotřebí vlastnit tolik nářadí jako u ruční výroby a co je v dnešní době asi nejdůležitější - stačí na stavbě jeden tesař, který si montáž řídí a ostatní jsou jen přidavači – nepotřebují tolik kvalifikované síly, která je v dnešní době nejdražší a velmi těžko se shání!



*Obrázek 52 Strojně opracovaný krov 7,5m<sup>3</sup>*



*Obrázek 53 Strojně opracovaný krov 7,5m<sup>3</sup>*

Velkou výhodou spojení výroby na CNC a softwarové přípravy je i fakt, že se firmy mohou pustit i do staveb, které by dříve velmi těžko zpracovávali a kde je zapotřebí vysoká přesnost výroby.

**Uvedeme si příklad na stavbě 25-ti bokého altánu *Obrázek 55,56* – více než 20m<sup>3</sup> dřeva:**

Výroba: 17 hodin

Okování prvků: 6 hodin

Nátěry: 13 hodin

Montáž, kotvení, atd.: 21 hodin

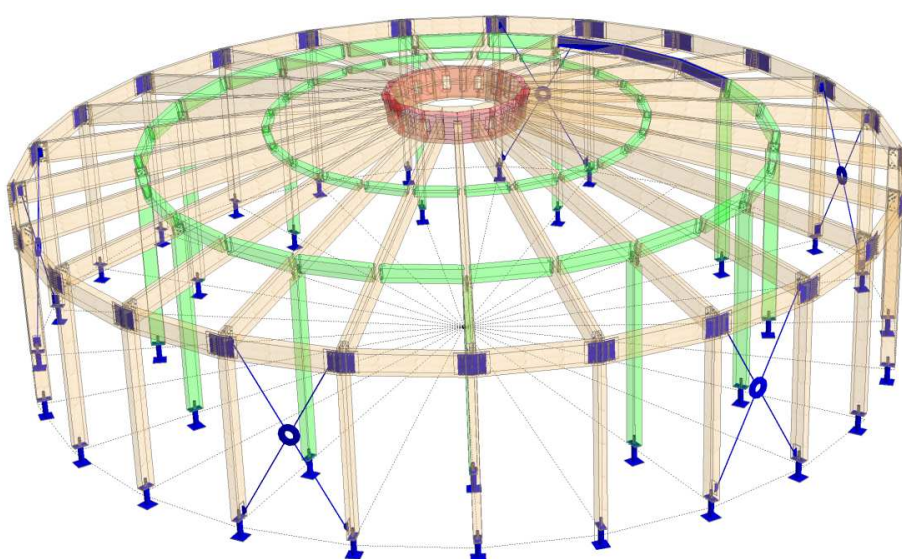
Po slepení středového prstence byl rozdíl na úhlopříčce pouze 1mm – to dokazuje úžasnou přesnost opracování a dává možnost naprosto přesné projekce a přípravy. Projektant a statik má pak jistotu, že to co nakreslí, bude i tak realizováno.



Obrázek 54 Středový prstenec

Na stavbě je pak připraveno vše do nejmenšího detailu a tak je kladen na montážníky menší nárok – stačí číst jen v plánech.

Při představě, že by se takováto stavba měla dělat za pomoci běžného tesařského nářadí vyvstává otázka, jaké přesnosti by bylo možné dosáhnout – zda by se potkal obvodový prstenec při vložení prvků mezi nárožny. Obrázek 56



Obrázek 55 25-boký altán



*Obrázek 56 Spojení prstence s nárožnicemi*



*Obrázek 57 25-boký altán*

## 11. Metodika

V úvodu práce je uvedena stručná historie tesařského řemesla jako takového. Čím se tesaři zabývali a jaké používali nástroje. Dále je zde uveden vývoj obráběcích center Hundegger od počátku firmy až po současnost.

Ve druhém bodu práce bylo zapotřebí pro pochopení problematiky uvést alespoň některá obráběcí centra z nabídky společnosti Hundegger. Byly proto vybrány dva nejprodávanější stroje a to K2 a SC3. Byly zde popsány jejich parametry, jednotlivé části stroje a možnosti obrábění.

Dalším bodem bylo sestavení jakéhosi manuálu na přípravu strojových dat valbového krovu v programu Sema a následně představení programu EKP, kterým je obsluhováno obráběcí centrum.

Posledním bodem práce bylo porovnání strojně vyráběných krovových soustav s klasicky vyráběných tesaři přímo na stavbě. V této kapitole jsou uvedeny dva velmi podobné krovy, kde jeden z nich je vyráběn ručně a jeden strojně. Jsou zde uvedeny náklady na výrobu, doba výroby, doba montáže a u ruční výroby použité nářadí. Na závěr je v práci uveden praktický příklad prstencového altánu, který by málokterý tesař dokázal vyrobit ručně.

## 12. Výsledky

Z porovnání dvou výše uvedených krovů, které jsou si svou konstrukcí velmi podobné jsem dostali hodnoty uvedené níže.

	<b>krov ručně obráběný 7m<sup>3</sup></b>	<b>krov strojně obráběný 7,5m<sup>3</sup></b>
výrobní čas	8 h	5,2 h
množství pracovníků při výrobě	4	1
cena opracování /m <sup>3</sup>	2263 Kč	2660 Kč
čas montáže	10 h	7 h
množství pracovníků při montáži	4	3
cena práce na hodinu	358 Kč	358 Kč
cena montáže	14350 Kč	7630 Kč
<b>Celková cena montáže a výroby</b>	<b>33250 Kč</b>	<b>27580 Kč</b>

Výsledkem práce je skutečnost, že výroba na obráběcích centrech od společnosti Hundegger se vyplatí a to zejména tehdy pokud se nejedná pouze o jednoduché stavby a cena dopravy je nižší než ušetřené peníze při výrobě na CNC. V tomto případě se nejedná přímo o složitou konstrukci a i tak jsou náklady na výrobu a montáž podstatně vyšší u ruční výroby. Další skutečností je, že nemusí být v montážní četě více jak jeden zkušený tesař, protože na zručnost náročné spoje jsou vyrobeny už v hale na stroji.

### 13. Přínosy práce

Tato práce by měla sloužit v první řadě k infomovanosti a seznámení se s moderní technologií obrábění dřeva prostřednictvím obráběcích center Hundegger a přípravou a prezentací dřevěných krovů, ale i ostatních dřevěných konstrukcích v dřevařských konstrukčních softwarech.

Dále práce může sloužit, jako základní manuál pro krovy v programu Sema a v programu EKP. Zde jsou popsány jednotlivé kroky tvorby krovu, od založení projektu až po export strojových dat do programu EKP, jímž je řízen stroj Hundegger.

Na závěr práce jsou porovnávány dva velmi podobné krovy, které se liší ve své výrobě a to strojní a ruční. Tato kapitola byla zpracována proto, aby se firmy vyrábějící tesařské konstrukce zamysleli nad tím, zda se jim nevyplatí si konstrukci nechat opracovat strojně na hale a na stavbě ji pouze smontovat jako stavebníci. Ze závěru kapitoly vyplývá, že ve většině případech se opracování na stroji vyplatí. Samozřejmě velmi často záleží na složitosti konstrukce a na lokalitě kde se stavba nachází.

## 15. Závěr

Zadáním této práce bylo seznámení se s moderními technologiemi obrábění dřeva v tesařském řemesle za použití CNC strojů od společnosti Hundegger a jejich porovnání s klasickou výrobou. Byly zde představeny dvě dřevoobráběcí centra a to SC3 a K2 jejichž podíl na trhu je dnes nejvyšší od této společnosti.

Na dvou velmi podobných konstrukcích krovu bylo provedeno porovnání strojní a ruční výroby, jejich výhody i nevýhody.

Z práce je zřejmé, že využívání moderní technologie obrábění tesařských konstrukcí je v některých případech značně výhodnější, jak finančně tak časově. Ať už se jedná o samotnou výrobu, ale i času a složitosti montáže. Nelze však říci, že u všech typů konstrukce by se dalo jednat o výhodnější variantu. U sedlového krovu, kde není za potřebí složitých tesařských spojů a není třeba milimetrová přesnost, kde si tesař vystačí s motorovou pilou je tato varianta nákladově dražší. V současné době ale málo který zákazník volí sedlovou jednoduchou konstrukci.

Závěrem této práce bych rád poděkovat mému vedoucímu práce prof. Ing. Štefanovi Barčíkovi, CSc. a mému konzultantovi Ing. Vladislavu Dvořákovi za jejich trpělivost, ochotu a za poskytnutí zdrojů informací.



## 16. Seznam použité literatury

VINAŘ, Jan. KUFNER, Václav. Historické krovy. 1. vydání. Příbram: tiskárna PB tisk, 2004. 272s. ISBN 80-7169-575-0

KOHOUT, Jaroslav. TOBEK, Antonín. MÜLLER, Pavel. Tesařství. Tradice z pohledu dneška. 8. doplněné upravené vydání. Praha : Grada, 1996. 255 s. ISBN 80-7169-413-4.

JELÍNEK, Lubomír. Tesařské konstrukce. 2. aktualizované vydání. Praha : Informační centrum ČKAIT, 2008. 236 s. ISBN 978-80-87093-74-0.

REINPRECHT, Ladislav. ŠTEFKO, Jozef. Dřevěné stropy a krovy : typy, poruchy, průzkumy a rekonstrukce. 1. vydání. Praha : ABF - Arch, 2000. 242 s. ISBN 80-86165-29-9.

KUBĚNA, Ludvík. Tesařská technologie : Pro 2. ročník středních odborných učilišť. 3. upravené vydání v Sobotáles, 1. vydání. Praha : Sobotáles, 1995. 113 s. ISBN 80-85920-05-0.

GERNER, Manfred. Tesařské spoje. 1. vydání. Praha : Grada, 2003. 220 s. ISBN 80-247-0076-X.

JOSTEN, Elmar. REICHE, Thomas. WITTCHEN, Bernd. Dřevo a jeho obrábění. 1. vydání. Praha : Grada, 2010. 333 s. ISBN 978-80-247-2961-9.

Interní zdroje společnosti DK Dvořák

Interní zdroje firmy Hundegger

SLAPNIČKA, Roman. Bakalářská Práce; Realizácia zrubovej konštrukcie prostredníctvom programu SEMA;

<http://www.hudegger.de> 2.2.2014

<http://sema-soft.cz/> 4.3.2014

<http://www.dietrichs.com/cz/> 5.3.2014

<http://www.cadwork.com/> 5.3.2014

<http://www.weto.de/czechrepublic/sites/produkte/arcon.htm> 5.3.2014

<http://www.mitek.cz/> 5.3.2014

<http://www.fine.cz/stresni-konstrukce/> 5.3.2014