

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE
Technická podpora rámového lešení

Bc. Roman Dekret
2017

Vedoucí diplomové práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl všechny informační zdroje uvedené v seznamu použité literatury.

V Praze dne

.....

Podpis

Poděkování:

„Děkuji panu Ing. Václavu Pospíchalovi za poskytnuté konzultace a za věcné rady, kterými mě směřoval k cíli diplomové práce. Děkuji také společnosti Jasico s.r.o. za umožnění využití výstupů diplomové práce v praxi.“



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Dekret	Jméno: Roman	Osobní číslo: 395658
Zadávající katedra: Katedra technologie staveb (K122)		
Studijní program: Stavební inženýrství (SI)		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb (L)		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Technická podpora rámového lešení	
Název diplomové práce anglicky: Technical support of frame scaffolding	
Pokyny pro vypracování: <ul style="list-style-type: none">- Analýza stavu, druhy lešení a zásady montáže a demontáže (zejména rámového)- Analýza existujících programů pro podporu rámového lešení- Analýza potřeb zhotovitelů rámových lešení, požadavky na software- Vytvoření vlastního programu pro realizační přípravu rámového lešení a jeho praktické využití.- Porovnání existujících a vytvořeného programu- Využití programu v praxi, praktické využití (na příkladu)	
Seznam doporučené literatury: <ul style="list-style-type: none">- ČSN EN 12 811-1, ČSN EN 12810-1 a ČSN EN 12810-2, ČSN 73 8101- Dolejš, J. – Vlasák, S. – Vlasák, M. – Škréta, K. – Píček, Z.: Navrhování konstrukcí z lešení I, Praha: ČVUT	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce: 28.2.2017	Termín odevzdání diplomové práce: 21.5.2017
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

28.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Anotace:

Tato diplomová práce si klade za cíl vytvořit program pro přípravu rámového lešení, který bude schopen praktického využití. Z důvodu návaznosti se autor neopomene zaměřit na rámová lešení jako taková, zejména ale ve fázi před samotnou montáží lešení. Za účelem lepší orientace v problematice rámových lešení bude v této diplomové práci vytvořena analýza současného stavu. Analyzována budou rámová lešení jako taková, ale největší pozornost bude věnována na potřeby zhotovitelů rámových lešení ve fázi výrobní přípravy. Bude tak zpracován přehled profesionálních softwarů a jejich funkcí, které zrychlují a usnadňují přípravu lešení. Nezávisle na profesionálních softwarech vytvoří autor diplomové práce program, který bude schopen plánování lešení. Profesionální softwary a vytvořený program budou mezi sebou porovnány. Důležitým aspektem vytvořeného programu bude je jeho praktické využití, proto bude využit pro přípravu lešení na reálné stavbě.

Klíčová slova:

rámové lešení, příprava lešení, zhotovitel lešení, lešenářský software, MS Excel

Annotation:

The aim of this dissertation is to create a software for preparation of frame scaffolding. The software will be arranged to be used in practice. On the grounds of continuity, the author will not omit focusing on frame scaffolding as such, especially in the pre-assembly stage of scaffolding. In order to improve the knowledge of frame scaffolding, this thesis will provide an analysis of the current situation. Frame scaffolding will be analyzed as a whole, the main attention will be paid to the needs of contractors of frame scaffolding in the pre-assembly phase. That will lead to producing of the survey of the professional softwares and their functions, that make preparation of scaffolding faster and easier. Independent of the professional softwares, the author of the dissertation will originate the software, that will be able to plan scaffolding. The professional softwares will be compared to the newly created software. The important aspect of the author's software will be its practical utilization, because of that the software will be used for preparation of scaffolding on a real construction.

Keywords:

frame scaffolding, preparation of scaffolding, scaffolding supplier, scaffolding software, MS Excel

OBSAH:

1	ÚVOD	9
2	ANALÝZA STAVU, DRUHY LEŠENÍ A ZÁSADY MONTÁŽE A DEMONTÁŽE	10
2.1	HISTORIE A SOUČASNOST RÁMOVÉHO LEŠENÍ	10
2.2	MATERIÁL PRO VÝROBU LEŠENÍ.....	10
2.3	DRUHY RÁMOVÝCH LEŠENÍ	11
2.3.1	<i>S osovou šířkou 0,739 m</i>	12
2.3.2	<i>S osovou šířkou 0,732 m</i>	12
2.3.3	<i>S osovou šířkou 0,65 m</i>	12
2.3.4	<i>Další rámová lešení s certifikátem zkušebny</i>	12
2.4	JEDNOTLIVÉ DÍLCE RÁMOVÉHO LEŠENÍ	13
2.5	NASAZENÍ RÁMOVÉHO LEŠENÍ.....	16
2.6	ZÁSADY MONTÁŽE A DEMONTÁŽE RÁMOVÉHO LEŠENÍ.....	16
2.6.1	<i>Rozměření</i>	16
2.6.2	<i>Zakládání</i>	16
2.6.3	<i>Stavba pater</i>	19
2.6.4	<i>Kotvení</i>	19
2.6.5	<i>Poslední patro</i>	21
2.6.6	<i>Demontáž lešení</i>	21
2.7	POŽADAVKY NA KONTROLU LEŠENÍ	23
2.7.1	<i>Požadavky vstupní</i>	23
2.7.2	<i>Požadavky mezioperační</i>	23
2.7.3	<i>Požadavky výstupní</i>	23
2.7.4	<i>Potřebné dokumenty</i>	23
3	ANALÝZA POTŘEB ZHOTOVITELŮ RÁMOVÝCH LEŠENÍ	25
4	POŽADAVKY NA SOFTWARE	26
5	ANALÝZA PROFESIONÁLNÍCH SOFTWAREŮ PRO PODPORU RÁMOVÉHO LEŠENÍ	27
5.1	SCAFFMAX	27
5.2	SCAFFOLD DESIGNER	29
5.3	CP-PRO SCAFFOLDING CAD 3D	31
5.4	LAYPLAN CLASSIC	33
6	AUTOREM VYTVOŘENÝ PROGRAM PRO PŘÍPRAVU LEŠENÍ	35
6.1	NABÍDKA.....	36
6.2	PŮDORYS.....	37
6.3	STĚNA „X“	40
6.4	REKAPITULACE	45
6.5	PROTOKOL O PŘEDÁNÍ A PŘEVZETÍ RÁMOVÉHO LEŠENÍ	47
6.6	FAKTURA.....	49
7	POROVNÁNÍ PROFESIONÁLNÍCH SOFTWAREŮ A VYTVOŘENÉHO PROGRAMU	50
8	PRAKTICKÉ VYUŽITÍ PROGRAMU NA REÁLNÉM PŘÍKLADU	52
8.1	NÁVRH PŮDORYSU	52
8.2	NÁVRH JEDNOTLIVÝCH STĚN.....	54
8.2.1	<i>Stěna A</i>	54
8.2.2	<i>Stěna B:</i>	55
8.2.3	<i>Stěna C a stěna D:</i>	56
8.2.4	<i>Stěna E:</i>	57
8.2.5	<i>Stěna F:</i>	58
8.2.6	<i>Stěna G:</i>	59
8.3	REKAPITULACE	60
8.4	DEN MONTÁŽE LEŠENÍ.....	61

8.4.1	<i>Stěna A</i>	61
8.4.2	<i>Stěna B a stěna C</i>	62
8.4.3	<i>Stěna D a stěna G</i>	62
8.4.4	<i>Stěna E</i>	63
8.4.5	<i>Stěna F</i>	64
8.5	VYHODNOCENÍ NAPLÁNOVANÉHO A REÁLNĚ POSTAVENÉHO LEŠENÍ.....	65
ZÁVĚR		67
POUŽITÁ LITERATURA:		68

1 ÚVOD

V této diplomové práci se autor zabývá rámovým lešením. Snahou autora je obsáhnout téma jako celek od samotné výroby lešení až po jeho demontáž na stavbě, se zaměřením se na nejvíce problematické části, jimiž jsou zejména montáž a demontáž a předvýrobní příprava. Největší pozornost bude věnována technické podpoře plánování rámového lešení ve fázi výrobní přípravy, která je základem úspěšného projektu.

V první části bude čtenář uveden do problematiky rámového lešení, tzn. jaké materiály jsou používány pro jeho výrobu, jaké druhy rámových lešení jsou na trhu k dispozici, názvosloví jednotlivých dílců, ze kterých se lešení skládá, a jakým způsobem je lešení na stavbě montováno či demontováno, včetně požadavků pro správné provedení. Další část bude zaměřena na přípravu rámového lešení a technickou podporu ve fázi předvýrobní přípravy, kdy bude nastíněno, jakým způsobem je lešení plánováno, kdy je výhodné plánovat ručně a kdy pomocí softwaru a co vše specializované softwary nabízejí. Dále bude autorem vytvořen a představen program pro plánování lešení, jakožto jednoduchý nástroj technické podpory lešení ve fázi výrobní přípravy. Program bude následně porovnán s profesionálními softwary a otestován v praxi použitím na konkrétní stavbě.

Práce bude souhrnným zdrojem informací v problematice rámového lešení. Zároveň autorem vytvořený program pro plánování lešení bude využitelný v praxi.

2 ANALÝZA STAVU, DRUHY LEŠENÍ A ZÁSADY MONTÁŽE A DEMONTÁŽE

2.1 HISTORIE A SOUČASNOST RÁMOVÉHO LEŠENÍ

Lešení je dočasná stavební konstrukce, kterou lidstvo využívá již z dob starého Egypta. Lešení může sloužit jak k podpoře stavebních konstrukcí, tak k pohybu pracovníků. V historii bylo v Evropě hlavním materiálem pro výrobu lešení dřevo. To bylo s průmyslovou revolucí a rozmachem výroby oceli v 19. století do dnešní doby upozaděno nebo zcela vytlačeno. Pro montáž ocelové lešení se osvědčil uzavřený trubkový profil s příslušnými druhy spojek, rozličných tvarů, které byly velmi často inovovány a modernizovány z pohledu únosnosti. S potřebou rychlejší montáže lešení vylepšování technologií svařování a diverzifikací profesí na lešení bylo možné vyvinout rozličné systémy lešení pro konkrétní činnost. Rámové lešení vzniklo svařením trubek do rámu tvaru obráceného „U“ a vývojem systémů pro uchycení zábradlí a diagonální ztužení. Tak byla urychlena montáž lešení, zejména pro potřeby pohybu osob. Což se začalo využívat pro potřeby oprav fasád objektů. Dnes je rámové lešení také využíváno jako prostředek kolektivní ochrany osob při práci ve výškách.

Rámové lešení se vyznačuje charakteristickým lešeňovým rámem. V České republice je rámové lešení stále rozšířenějším druhem lešení.

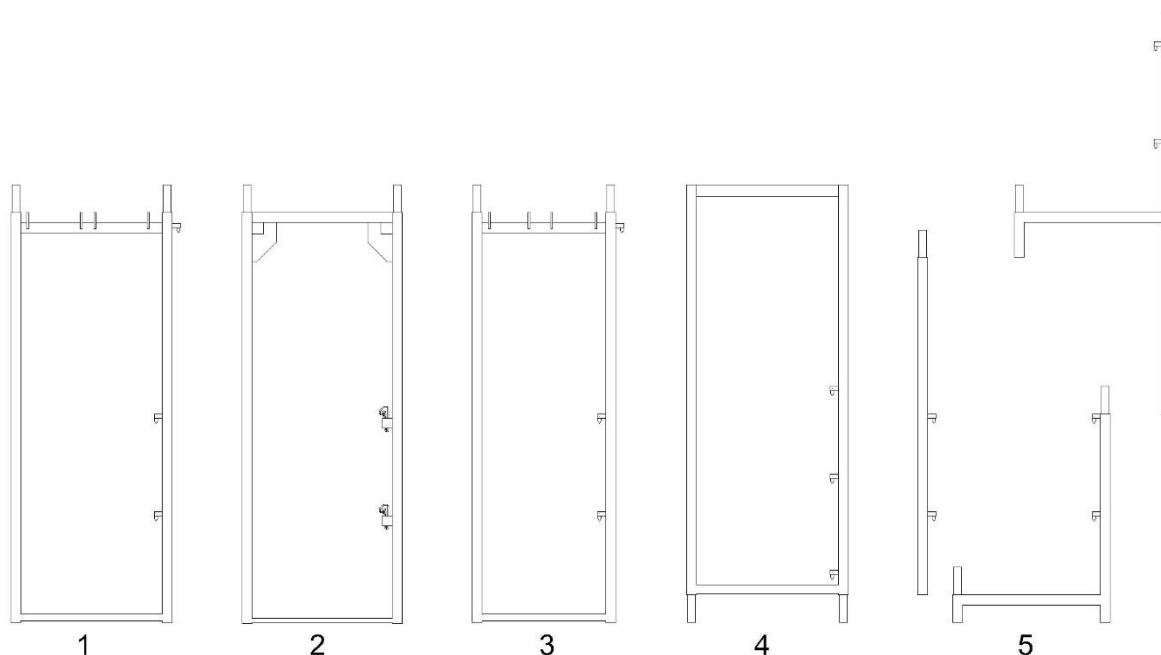
2.2 MATERIÁL PRO VÝROBU LEŠENÍ

Materiálem pro výrobu dílců rámového lešení jsou převážně ocel, hliník a dřevo. V případě ocelových dílců se pro ošetření vnějšího povrchu proti vnějším vlivům prostředí, které způsobují korozi oceli, využívá pozinkovaná úprava oceli žárovým zinkováním ponorem. Žárové zinkování je dnes velmi běžná povrchová úprava oceli. Vrstva zinku na takto upravené oceli má velmi podobnou mechanickou odolnost jako podkladní vrstva oceli. V případě hliníkových dílců povrchová úprava není nutná. Hliník je v čistém stavu velmi reaktivní a při kontaktu se vzduchem se rychle pokryje tenkou vrstvou oxidu hlinitého, která chrání kov před další oxidací. Výhodou hliníku je jeho hmotnost. Stejný dílec rámového lešení zhotovený z hliníku, který má dostatečnou únosnost pro montáž do lešení, bude mít poloviční hmotnost než dílec ocelový. Dřevo je naopak tradiční materiál, který není energeticky náročný na výrobu či povrchovou úpravu. Dřevo je ovšem materiál biologického původu, který při nesprávné údržbě degraduje a jeho trvanlivost je oproti kovovým materiálům nízká. Výrobci rámového lešení pro některé typy rámového lešení vyrábějí

dřevěné podlahy, popřípadě dřevěná okopová prkna. Dřevěné dílce jsou dle potřeby opatřeny kováním a povrchově upraveny proti biologickému napadení.

2.3 DRUHY RÁMOVÝCH LEŠENÍ

Atributy rámových lešení jsou vždy stejné. Systémová výška rámového lešení je 2 m. Délka pole závisí na výrobcí, ale není větší než 3 m. Přesto lze rámová lešení používaná v České republice dále dělit. Užitečným dělením může být dělení dle osově šířky rámu. V praxi je to užitečné dělení, jelikož umožňuje určit, zdali je lešení od různých výrobců mezi sebou kompatibilní. Tato kompatibilita může být leckdy jen teoretická, jelikož výrobce sám oficiálně určuje, zdali je systém kompatibilní se systémem jiného výrobce, přestože mohou být jejich systémy, vyjma drobných detailů, identické. Po právní stránce není kombinování lešení doporučeno, není-li povoleno výrobcem lešení. Dělení rámových lešení podle osově šířky rámu:



Obr. 1:

- 1 – Rámové lešení s osovou šířkou 0,739 m (Altrad plettac assco „SL 70“, MJ Gerüst „UNI 70“, Delta Rusztowania „Delta 70“, GET – „PLATINO“, PIONART „PUM“)
- 2 – Rámové lešení s osovou šířkou 0,732 m (Layher „Blitz 70“, Alfix „Alfix 70“, ALTRAD Baumann „Profitech 73“, ALTRAD plettac assco „assco quadro 70“, MJ-Gerüst „UNI CONNECT DUO“, PIONART „BAL“, Scafom- rux „Framescaff“)
- 3 – Rámové lešení s osovou šířkou 0,65 m (Scafom- rux „Super 65“, MJ Gerüst „UNI TOP 65“)
- 4 – Další rámové lešení s certifikátem zkušebny (HUNNEBECK (Harsco) „Bosta 70“)
- 5 – Další rámová lešení s certifikátem zkušebny (PERI „PERI UP T 70“)

2.3.1 S OSOVOU ŠÍŘKOU 0,739 M

Rozpoznávacím rysem od jiných druhů lešení je uložení podlah ve zhlaví rámu, kde horní příčel rámu má z obou stran s přesahem přivařené trny, do kterých jsou podlahy, s příslušně velkými otvory pro osazení, uloženy. Jednoduché podlahy lešení jsou nejčastěji dřevěné a jsou v poli po dvou. Zřídka je možné v České republice narazit na ocelové či hliníkové podlahy tohoto druhu lešení. Tato lešení využívají spodní diagonální upevnění jako samostatnou komponentu osazovanou do stavitelné patky. Zábradlí a diagonály jsou osazovány do závlačných úchytů, přivařených k rámu. Osazení diagonály prochází z vnější strany lešení, kdy je zdola chycená na rámu o podlaží níže a shora na příslušném rámu podlaží.

2.3.2 S OSOVOU ŠÍŘKOU 0,732 M

Rozpoznávacím rysem lešení je uložení podlah ve zhlaví rámu, kde horní příčel přivařená k rámu je zhotovena z U-profilu, do kterého jsou podlahy osazeny pomocí „pacek“, přivařených k podlahám. Podlahy lešení tohoto druhu jsou nejčastěji zhotoveny z ocelového děrovaného plechu. Pro osazení zábradlí využívá lešení systému „zatloukacích kapes“. Diagonála je osazena zevnitř lešení shora v rámové příčeli a zdola pomocí integrované půlspojky k rámu. Obvykle je tento druh lešení celoocelový, včetně podlah.

2.3.3 S OSOVOU ŠÍŘKOU 0,65 M

Tento typ lešení je, co se komponent týče, stejný jako rámové lešení s osovou šířkou 0,739 m (viz. výše), pouze právě s rozdílem osově šířky rámu.

2.3.4 DALŠÍ RÁMOVÁ LEŠENÍ S CERTIFIKÁTEM ZKUŠEBNÝ

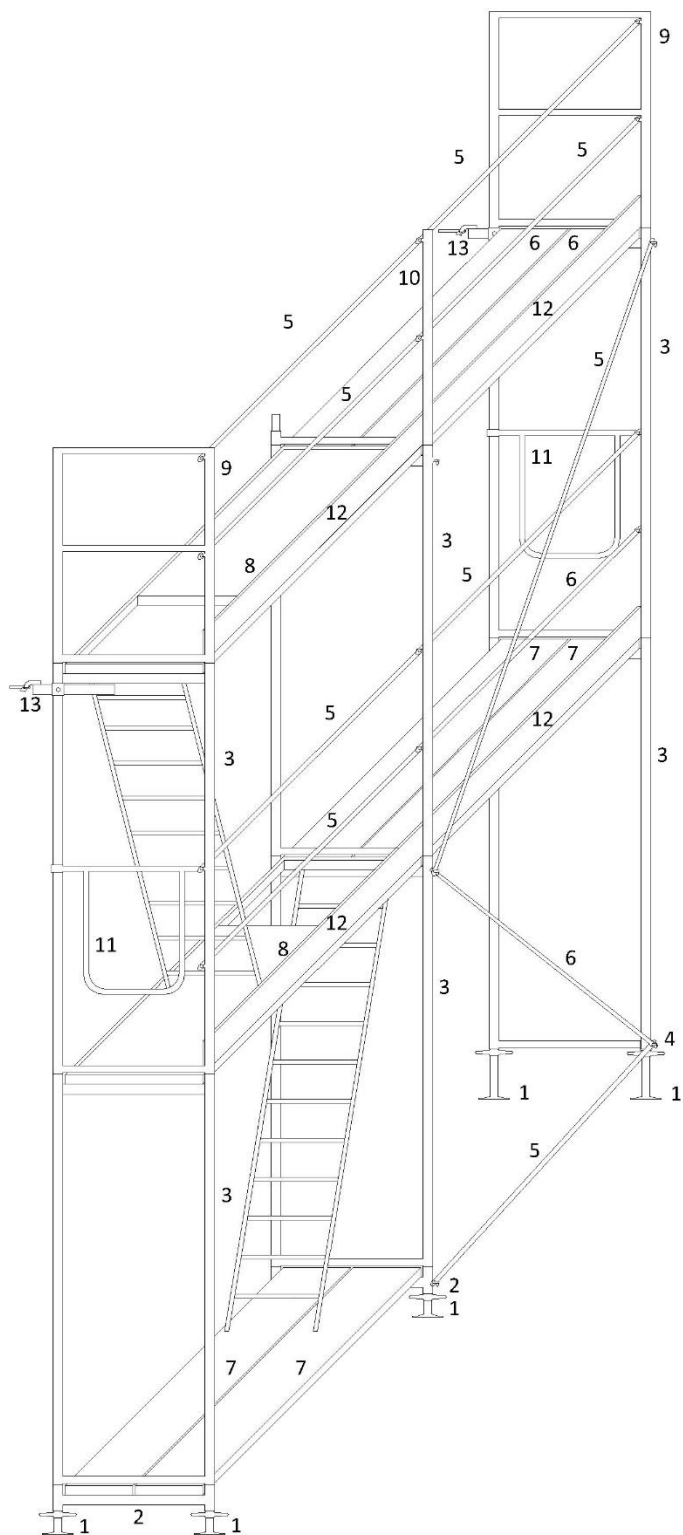
Jsou to další druhy lešení, které nelze zařadit do výše zmíněných kategorií, ale mají atributy rámového lešení. Mohou to být například odlišnosti ve tvaru komponent, které se liší tvarem a způsobem upevnění, ale mají veskrze stejný postup montáže jako lešení zmíněná výše (HÜNNENBECK, SCASERV) nebo naopak mají postup montáže rozdílný od lešení zmíněných výše (PERI) ale lešení jako celek se neliší od rámového lešení. Další odlišností může být jiná osová vzdálenost rámu nežli u lešení zmíněných výše (ULMA, PERI, HÜNNENBECK, SCASERV).

2.4 JEDNOTLIVÉ DÍLCE RÁMOVÉHO LEŠENÍ

Obecně lze říci, že malé dílce, tzn. málo rozměrné dílce s hmotností pod 10 kg jsou ve velké většině případů vyrobeny z pozinkované oceli. Důvodem je právě hmotnost dílce, se kterým nebude mít lešenář problém jej zvedat. Již ve větším množství jsou vyráběny a používány hliníkové dílce rámu a podlah, které jsou oproti ocelovým rozměrné a lehké. Hmotnost rozměrných dílců vyrobených z hliníku se pohybuje kolem 10 kg.

V České republice jsou nejčastěji používána rámová lešení ocelová s pozinkovanou úpravou. Je to dáno zejména jejich nižší cenou oproti rámovým lešením hliníkovým. V případě, že výrobce systému rámového lešení dodává dřevěné podlahy, jen výjimečně je možné se s nimi na stavbě nasetkat.

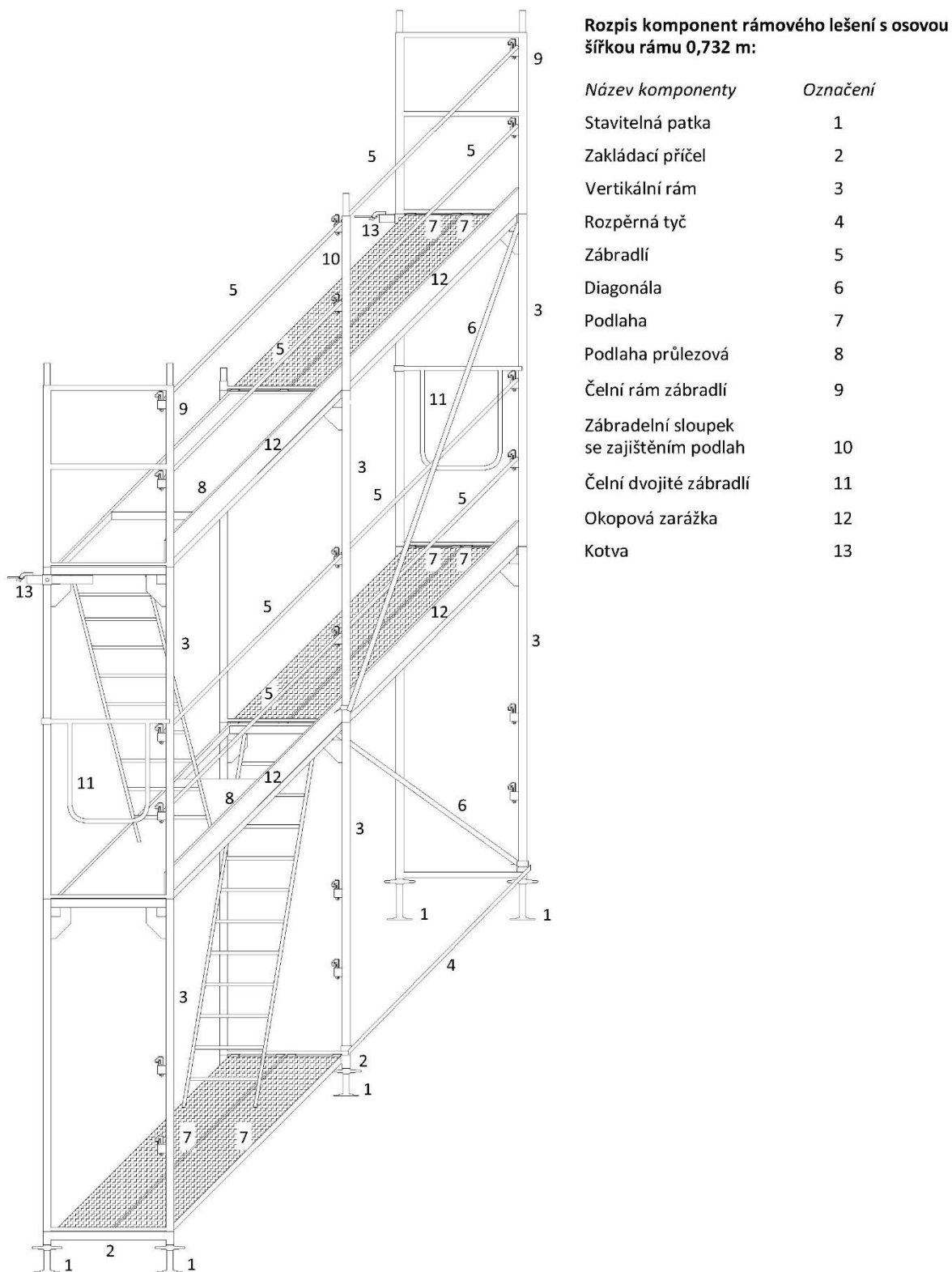
Rámové lešení se skládá z nosných svislých a vodorovných dílců, dále dílců ztužujících a bezpečnostních. Jednotlivé dílce jsou postupně osazovány do konstrukce lešení, většinou ve známém pořadí podle technologického předpisu pro montáž rámového lešení. Přehled jednotlivých dílců a jejich funkce v konstrukci jsou uvedeny na následujících obrázcích.



Rozpis komponent rámového lešení s osovou šířkou rámu 0,739 m:

Název komponenty	Označení
Stavitelná patka	1
Zakládací příčel	2
Vertikální rám	3
Spodní diagonální upevnění	4
Zábradlí	5
Diagonála	6
Podlaha	7
Podlaha průlezová	8
Čelní rám zábradlí	9
Zábradelní sloupek se zajištěním podlah	10
Čelní dvojitě zábradlí	11
Okopová zarážka	12
Kotva	13

Obr. 2: Rámové lešení s osovou šířkou rámu 0,739 m



Obr. 3: Rámové lešení s osovou šířkou rámu 0,732 m

2.5 NASAZENÍ RÁMOVÉHO LEŠENÍ

Nasazení rámového lešení vychází z potřeb stavby a je závislé na technologii výstavby objektu. Lešení může být nasazeno v různých technologických etapách, záleží na druhu práce, která bude na lešení vykonávána. V případě, že je nutné nasazení rámového lešení, bývá obvykle na stavbě nasazováno pro tyto technologické etapy:

- bourání
- vrchní stavba
- zastřešení
- vnější úpravy

Pro bourání je lešení nasazováno při ručním bourání z lešení. Poté je demontováno.

Pro vrchní stavbu nasazení lešení není nutné v případě montovaných nosných konstrukcí, monolitických konstrukcích, naopak pro zdění je nutné, jakožto kolektivní ochrana pro práci ve výškách.

Pro zastřešení je nasazováno opět jako kolektivní ochrana pro práci ve výškách.

V případě, že je budova obalena lehkým obvodovým pláštěm, není již po technologické etapě střechy potřeba. V opačném případě lešení zůstává do konce realizace fasády.

2.6 ZÁSADY MONTÁŽE A DEMONTÁŽE RÁMOVÉHO LEŠENÍ

2.6.1 ROZMĚŘENÍ

Podélné rozměření stran obestavovaného objektu s rozmyšlením vazeb rohů je prováděno pomocí zábradlí příslušných délek stylem „oko na oko“. Budou rozměřena pole diagonálního ztužení tak, že minimálně v každém čtvrtém poli bude umístěna diagonála.

Během rozměření bude nalezeno místo s nejvyšším bodem terénu, popřípadě místo, od kterého se bude odvíjet výška založení lešení podle dostupné technické dokumentace.

Pohledová kontrola výšek terénu, umístění zábradlí a diagonál a převazů rohů.

2.6.2 ZAKLÁDÁNÍ

Pro bezpečné založení je nutné mít stabilní základovou půdu. Pod dvojicí stavitelných patek bude terén pracovníkem zhutněn, navíc bude pod stavitelné patky vloženo prkno, sloužící k roznesení zatížení do základového podloží. Prkno by mělo být ideálně dlouhé na vzdálenost větší, než je vzdálenost dvojice patek a široké více než je šířka patky. Proběhne hrubé ustavení stavitelných patek na dohodnutou výšku založení s následným nasazením rámu do

ustavených stavitelných patek. Začíná se od pole s diagonálou. Před samotným nasazením rámu na stavitelné patky bude v místě pole s diagonálou osazeno spodní diagonální upevnění na stavitelnou patku. Do zábradelních úchytnů rámu bude osazeno horní zábradlí a diagonála. Tak vznikne samostatně stojící podélně i příčně stabilní konstrukce.

Pohledová kontrola svislosti rámu rovinnosti zábradlí.

Sestavení dalších sestav probíhá nasazením zábradlí z jedné strany do již stojící sestavy a z druhé strany do úchytnů nově nasazeného rámu na stavitelné patky. Tímto způsobem je možno napojit maximální další tři sestavy bez použití další diagonály.

Pohledová kontrola svislosti rámu rovinnosti zábradlí.

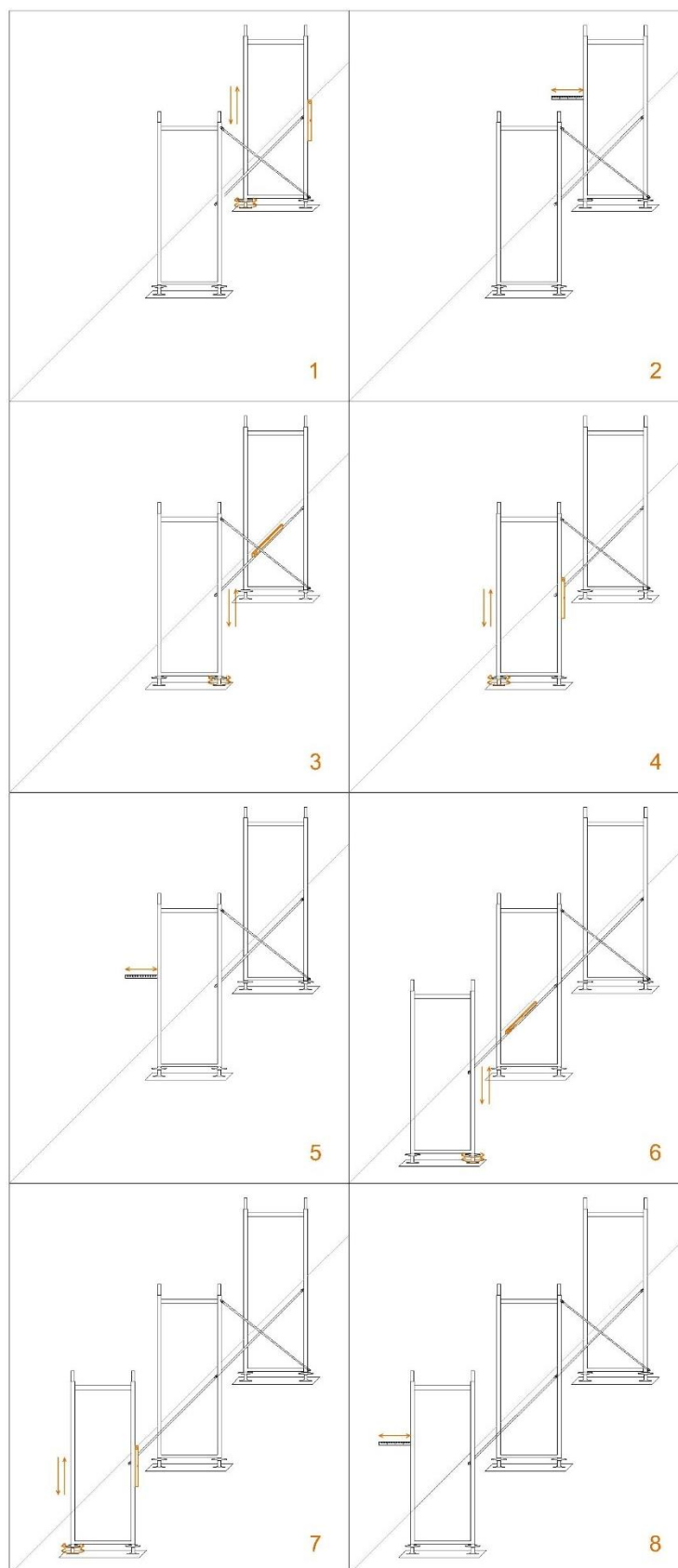
Jemné ustavení a příčná svislost rámu probíhá za použití vodováhy. Přiložením vodováhy k vnější straně stojiny rámu je kontrolována svislost. Srovnání libely vodováhy do roviny je prováděno pomocí povolení/ utažení šroubu stavitelné patky na vnitřní straně váženého rámu. Zároveň probíhá změření požadované vzdálenosti rámu od fasády pomocí svinovacího/ skládacího metru. V případě, že je změřená vzdálenost menší, než požadovaná, posuneme rám směrem od fasády objektu. V případě, že je změřená vzdálenost větší, než požadovaná, posuneme rám směrem k fasádě objektu. Opětovným přiložením vodováhy k vnější straně stojiny rámu zkontrolujeme příčnou svislost rámu. V případě, že příčné svislosti není dosaženo, je postupováno opětovným povolením/ utažením šroubu stavitelné patky váženého rámu a dále opět změřením vzdálenosti od fasády, dokud nebude svislost rámu a vzdálenost od fasády v požadovaných mezích.

Přiložením vodováhy shora na osazené horní zábradlí bude kontrolována vodorovnost v podélném směru. Úprava je prováděna povolením/ utažením šroubu stavitelné patky na vnější straně rámu.

Tímto způsobem budou ustaveny všechny ostatní rámy lešení.

Kontrola svislosti rámu a rovinnosti zábradlí pomocí vodováhy.

Kontrola vzdálenosti od fasády pomocí metru.



Obr. 4: Jednotlivé kroky kontroly vodorovnosti sestav rámového lešení a příčné svislosti rámu během zakládání rámového lešení pomocí vodováhy a metru

Pozn. Při stavbě lešení pro potřeby prací na střeše je nutno během zakládání brát zřetel na možné dlouhé přesahy šikmé střechy od fasády a případně přizpůsobit výšku lešení tak, aby bylo možné umístit horní zábradlí lešení alespoň 1100 mm nad okraj střechy.

Podélná svislost ráků bude zajištěna osazením lešeňových podlážek na horní příčel ráků. Podlážky budou osazovány od pole s diagonálou dále. Průlezová podlážka bude osazena na příhodné místo tak, aby nebránila vstupu osob do objektu a zároveň byla umístěna v místě snadného vstupu na lešení.

Dodatečná kontrola založení bude prováděna vodováhou. Kontrolována bude příčná svislost, vodorovnost a vzdálenost od fasády. Podélná svislost je zaručena.

2.6.3 STAVBA PATER

Stavbě dalšího patra předchází bezpečnostní opatření pro práci ve výšce. Pracovník by měl být vybaven bezpečnostními prvky zejména proti pádu z výšky, proto by měl být oblečen do bezpečnostního postroje na dynamickém laně nebo se zpomalovačem pádu. Nejčastějším místem uvázání bývá horní rámový roh na osazeném rámu.

Vertikální doprava komponent je povolena podáváním komponent lešení pracovníkovi stojícímu v patře vnější stranou lešení. V tomto případě musí být v každém patře lešenář, který komponentu podá o patro výše.

Postup výstavby lešení může být různý. Je možné stavět kaskádově i postupně po komponentách. V prvním kroku jsou vždy osazovány rámy do zhlaví ráků o patro níže, poté zábradlí a diagonály do připravených zámků na rámech a nakonec podlážky do zhlaví ráků.

Kotvení předchází kontrola příčné svislosti a vzdálenosti od fasády v patře použitím vodováhy a metru. Je vhodná vizuální kontrola zákrytu ráků v pomyslné přímce procházející stojinami ráků v podélném směru. Úprava se provádí povolením/ utažením vnitřního šroubu stavitelné patky nebo posunem rámu.

2.6.4 KOTVENÍ

Kotvení zajišťuje odolnost lešení vůči vodorovným silám větru a také přispívá k příčné stabilitě lešení.

Kotevní body by měly být součástí projektu. Je vhodné kotevní body volit v kotevním rastru, který může být rozdílné hustoty, podle způsobu zakrytí lešení. Standardně je používán rastr kotvení po 4 m výšky šachovnicově na každém druhém rámu.

Kotvení probíhá v několika fázích:

Vyvrtní otvor proběhne pomocí vrtačky s vrtákem Ø 14 mm v místě vnitřního horního rohu rámu. Vyvrtný otvor by měl být hluboký alespoň na délku hmoždiny, nejčastěji 70 mm, do nosné části fasády. Kontaktní zateplovací systém není nosnou částí fasády. Vrtání otvoru musí být přizpůsobeno materiálu, do kterého je kotveno, viz tabulka. Do vyvrtného otvoru bude vložena hmoždina Ø 14 mm, do které bude následně zašroubován závit kotevního úchytu Ø 12 mm.

Materiál	Nastavení vrtání	Vrták
Keramická cihla	Vrtání s příklepem	Vrták do betonu a zdiva Ø 14 mm
Beton, betonový překlad, věnec	Vrtání s příklepem	Vrták do betonu a zdiva Ø 14 mm
Pórobeton	Vrtání bez příklepu	Vrták do betonu a zdiva Ø 14 mm
Dřevo, dřevěné sendvičové konstrukce	Vrtání bez příklepu	Vrták do dřeva Ø 12 mm

Tab. 1: Seznam nejběžnějších materiálů, se kterými se lze během kotvení setkat a způsob, jakým kotvit včetně průměru vrtáku

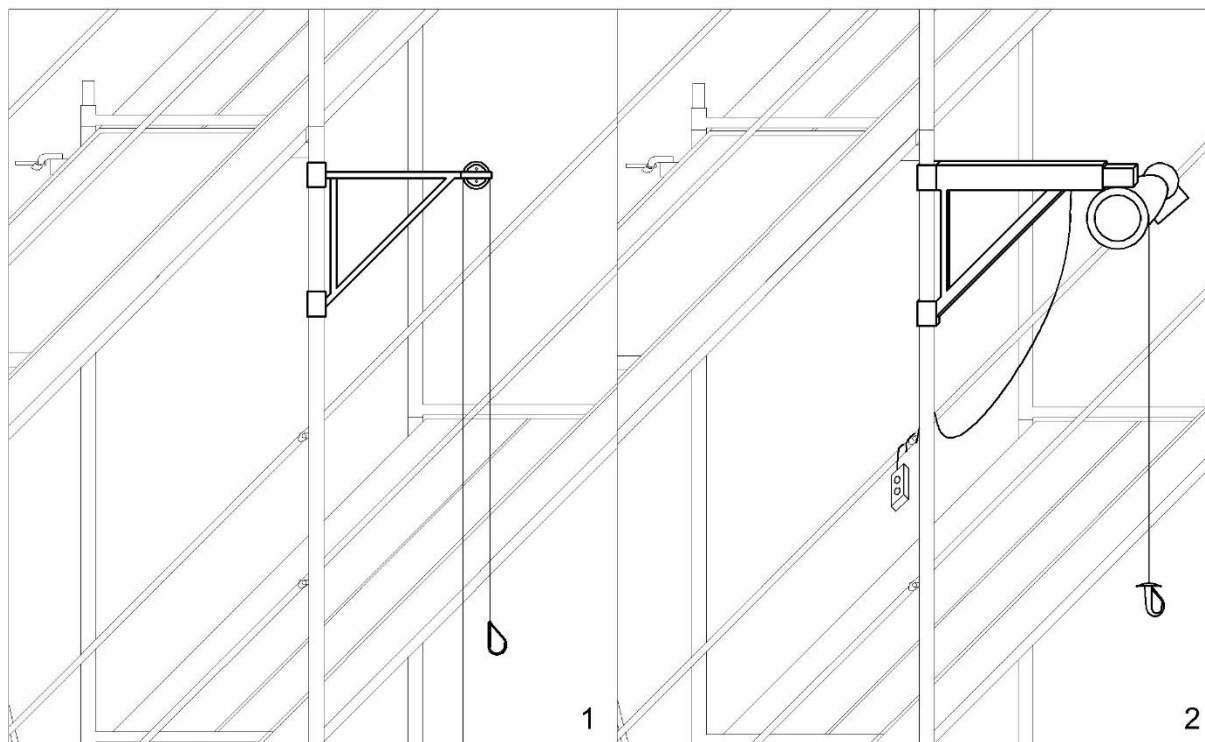
Pro spojení objektu s lešením bude použita kotva. Tenčí konec kotvy bude provlečen okem kotevního úchytu druhý konec kotvy bude pevnou spojkou spojen s vnitřní stojinou rámu v místě pod rámovým spojením lešení.

Pokud je zvoleno šachovnicové kotvení bude alespoň každý druhý rám v patře kotven a svislá vzdálenost mezi jednotlivými kotvami bude maximálně 4 m. V případě, že do místa kotvení nelze kotvit, např. z důvodu okenního otvoru, okapního svodu, atp., je žádoucí přihlédnout ke kotvení v obráceném pořadí (namísto 1- 3.- 5. rámu zakotvit 2.-4.-6. rám). V případě, že toto opatření problém neřeší, je možné kotvit níže, např. v úrovni pasu. Další možností je vytvořit si kotevní bod v poli pomocí vodorovné lešňové trubky, upevněné pomocí pevných spojek na vnitřních stojinách rámu na šířku jednoho pole, ke které bude připojena kotva na pevné spoje.

Provedení kotvy je kontrolováno vizuálně a zkouškou pohybu stojinou rámu do strany pracovníkovou silou.

Následující patra jsou stavěna obdobným způsobem. Doprava komponent do vyšších pater je náročná na počet pracovníků. Tuto formu dopravy komponent lze zvolit jedině v případě, kdy

je v každém patře lešení alespoň jeden pracovník dopravující komponenty svisle vzhůru. Od určitého patra je již výhodnější použití jednoduchých strojů (kladka) či mechanizace (vrátek).



Obr. 5: 1 – Použití kladky na rámovém lešení, 2 – Použití vrátku na rámovém lešení

Matky šroubů spojek na lešení jsou typologicky vyráběny se dvěma průměry, a to $\varnothing 19$ mm a $\varnothing 22$ mm. Lze se setkat i se šrouby s rychloutahovacím závitem, ale častější jsou šrouby s klasickými závity. Na utahování/ povolování je používána lešenářská ráčna s těmito hlavicemi.

2.6.5 POSLEDNÍ PATRO

Stavba posledního patra je obdobná jako stavba pater předchozích, ovšem s rozdílem některých komponent. Namísto plných ráků je použito sloupků nebo L-ráků výšky 1m nebo 2m (většinou pro práce na střeše), nasazených na zhlaví ráků. V poli je použito zábradlí. Poslední patro se obvykle nekotví.

V místě koncového ráku je nutné zabránit pádu osob namontováním bočního zábradlí napříč přes rám. V posledním patře se osazují speciální komponenty tvaru spojeného H, které sami o sobě tento problém řeší.

2.6.6 DEMONTÁŽ LEŠENÍ

Během demontáže lešení je postupováno v opačném pořadí než během montáže. Pracovník bourající lešení musí být zajištěn proti pádu bezpečnostním postrojem na dynamickém laně

nebo se zpomalovačem pádu. V posledním patře je pracovník kotven uchycením do rámového rohu rámu předposledního patra.

2.7 POŽADAVKY NA KONTROLU LEŠENÍ

2.7.1 POŽADAVKY VSTUPNÍ

= Přípravenost montážního prostoru

Prostor pro stavbu lešení musí být vyklizen alespoň na šířku vzdálenosti lešení od fasády, na šířku lešení samotného a na šířku manipulačního koridoru.

V místě umístění stavitelných patek musí být terén urovnán a zpevněn

2.7.2 POŽADAVKY MEZIOPERAČNÍ

- Zakládání:

Kontrola příčné a podélné svislosti a vodorovnosti použitím vodováhy

Kontrola vzdálenosti od fasády použitím metru

Pohledová kontrola postavení ráků v zákrytu

- Stavba pater

Pohledová kontrola správného osazení komponent

Kontrola příčné svislosti použitím vodováhy

Kontrola vzdálenosti od fasády použitím metru

Pohledová kontrola postavení ráků v zákrytu

- Kotvení

Kontrola utažení kotevního úchyty pomocí lešenářské ráčny

Pohledová kontrola osazení kotvy do kotevního úchyty

Pohledová kontrola vodorovnosti kotvy s kotevním úchytem

- Poslední patro

Kontrola utažení sloupků

2.7.3 POŽADAVKY VÝSTUPNÍ

Pohledová kontrola kompletnosti lešení

Kontrola shody s plánem realizace

2.7.4 POTŘEBNÉ DOKUMENTY

Protokol o předání a převzetí lešení

Protokol o předání a převzetí

Předávající (Zhotovitel)	
Přebírající (Objednatel)	

Specifikace akce	
-------------------------	--

Výměra lešení: Použití sítě: ANO/NE Způsob použití lešení: Nosnost pracovních podlah:	Typ lešení: Výměra sítě:
--	-----------------------------

<p>Lešení je sestaveno z následujících komponent:</p> <p>Stavitelná patka:</p> <p>stavěcí rám:</p> <p>zábradlí:</p> <p>diagonála:</p> <p>podlaha:</p> <p>sloupek zábradlí:</p> <p>boční zábradlí:</p> <p>trubka na spojení:</p> <p>kotva + kotevní šroub + pevná spojka:</p> <p>pevná spojka:</p> <p>zavětrování:</p> <p>otočná spojka:</p>

Tento Protokol o předání a převzetí byl vyhotoven dle Článku odst. Smlouvy o montáži a nájmu lešení č. ze dne Přebírající podpisem tohoto Protokolu o předání a převzetí výslovně potvrzuje, že od Předávajícího převzal lešení řádně provedené dle požadavků uvedených ve výše uvedené Smlouvě o montáži a nájmu lešení a v souladu s požadavky normy ČSN 73 8101:2005.

V dne

.....
.....

Předávající

.....
.....

Přebírající

Obr. 6: Ukázka, jak může vypadat Protokol o předání a převzetí lešení odkazující se na smlouvu o dílo. Oficiální vzor a přesný obsah protokolu není definovaný.

3 ANALÝZA POTŘEB ZHOTOVITELŮ RÁMOVÝCH LEŠENÍ

Aby příprava lešení byla efektivní, je potřeba mít přesné vstupní informace, které se při návrhu lešení zpracovávají a ovlivňují tak náklady na dopravu, montáž a demontáž lešení.

Příprava lešení většinou probíhá v kanceláři, kde je dostupné standardní kancelářské vybavení. Potřeby zhotovitelů pro přípravu lešení se odrážejí podle jejich možností využití zdrojů, zejména odborných znalostí, technických a finančních zdrojů. Záleží také na tom, jak velké lešení je připravováno a jakým způsobem firma lešení plánuje.

Základní varianta přípravy lešení probíhá klasicky pomocí papíru, tužky a kalkulačky. Na přípravu jednoduchých lešení (např. lešení pro rodinný dům/ bungalov) stačí jeden člověk. Na přípravu složitějších akcí většinou také jeden člověk, ale je vždy lepší konzultace a kontrola alespoň jednoho dalšího člověka, z důvodu eliminace rizika vzniku chyby. Tato varianta přípravy šetří výdaje za techniku, zároveň klade vysoký stupeň odbornosti na lidské zdroje. Znamená to, že při plánování většího množství složitých lešení přestává být tato varianta efektivní.

V dalším případě je již použita výpočetní technika čili počítač s příslušným plánovacím softwarem a tiskárna vytvořených dokumentů. Použitím softwaru je možné se během chvíle dopracovat k přibližnému výsledku, který lze dále pro větší přesnost editovat. Přípravou lešení pomocí softwaru odpadá asistence více pracovníků a mnohdy složitá kontrola správnosti výsledku. Tzn. v případě, že je software správně naprogramován, dokáže ušetřit čas a práci strávenou přípravou lešení. Příprava lešení tímto způsobem se uplatní u plánování složitějších projektů a velkého objemu lešení. Z dlouhodobého hlediska by se ale mohla jevit i jako úspornější a efektivnější pro jednoduchá lešení.

Pro samotnou montáž lešení a demontáž lešení je nutné, aby pracovníci byli proškoleni pro práci na lešení a ve výškách ve smyslu nařízení vlády 362/2005 Sb o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky a měli oprávnění způsobilosti pro práci na lešení, tzv. lešenářský průkaz. V tomto smyslu by měli být seznámeni s pracovním a bezpečnostním vybavením pro práci na lešení a měli by jej využívat.

4 POŽADAVKY NA SOFTWARE

Požadavky na software pro přípravu lešení nejsou specifikovány. Nicméně požadavky, které by měl každý návrh splňovat, mohou být následující:

- nákresy konstrukce lešení
- přesné rozměry
- způsob kotvení a vyztužení.

Dále je možno specifikovat požadavky samotného softwaru pro vytvoření a publikování výše zmíněných výstupů:

- Vstupy – rozměry ploch potřebných pro další zpracování
- Výstupy (grafické, textové)
- Rozhraní pro editaci návrhu
- Možnost exportu/ tisku

Software pro plánování lešení by měl zvládat plánovat lešení konkrétního výrobce a využívat konkrétní komponenty, kterými zhotovitel lešení právě disponuje.

Dále by měl umět efektivně plánovat lešení, aby čas strávený plánováním bez softwaru a se softwarem byl ve výhodném poměru pro software, jinak zhotovitel nebude mít o software zájem.

Software by měl mít jasný algoritmus výpočtu a vkládání vstupních informací. To vše v takové podobě, aby se uživatel v softwaru vyznal a mohl ho bez problémů ovládat již po krátké době.

Výstupy softwaru by měli být přesné, jinak by použití softwaru ztrácelo smysl. Je velmi vhodné, aby software pro přípravu lešení využíval grafické výstupy. Grafické výstupy jsou jednoduché pro pochopení uživatelem. Zároveň slouží jako výkresová dokumentace montáže lešení. Součástí výstupů by měl být i kotevní plán obsahující rast kotvení lešení k fasádě a místa umístění ztužujících prvků.

5 ANALÝZA PROFESIONÁLNÍCH SOFTWAREŮ PRO PODPORU RÁMOVÉHO LEŠENÍ

Tato kapitola bude věnována přehledu funkcí, které nabízejí softwary pro podporu rámového lešení od různých výrobců. Cílem je vytvořit přehled funkcí, které jednotlivé softwary nabízí a případně za jakou cenu. Zjištěná data budou následně využita v dalších kapitolách.

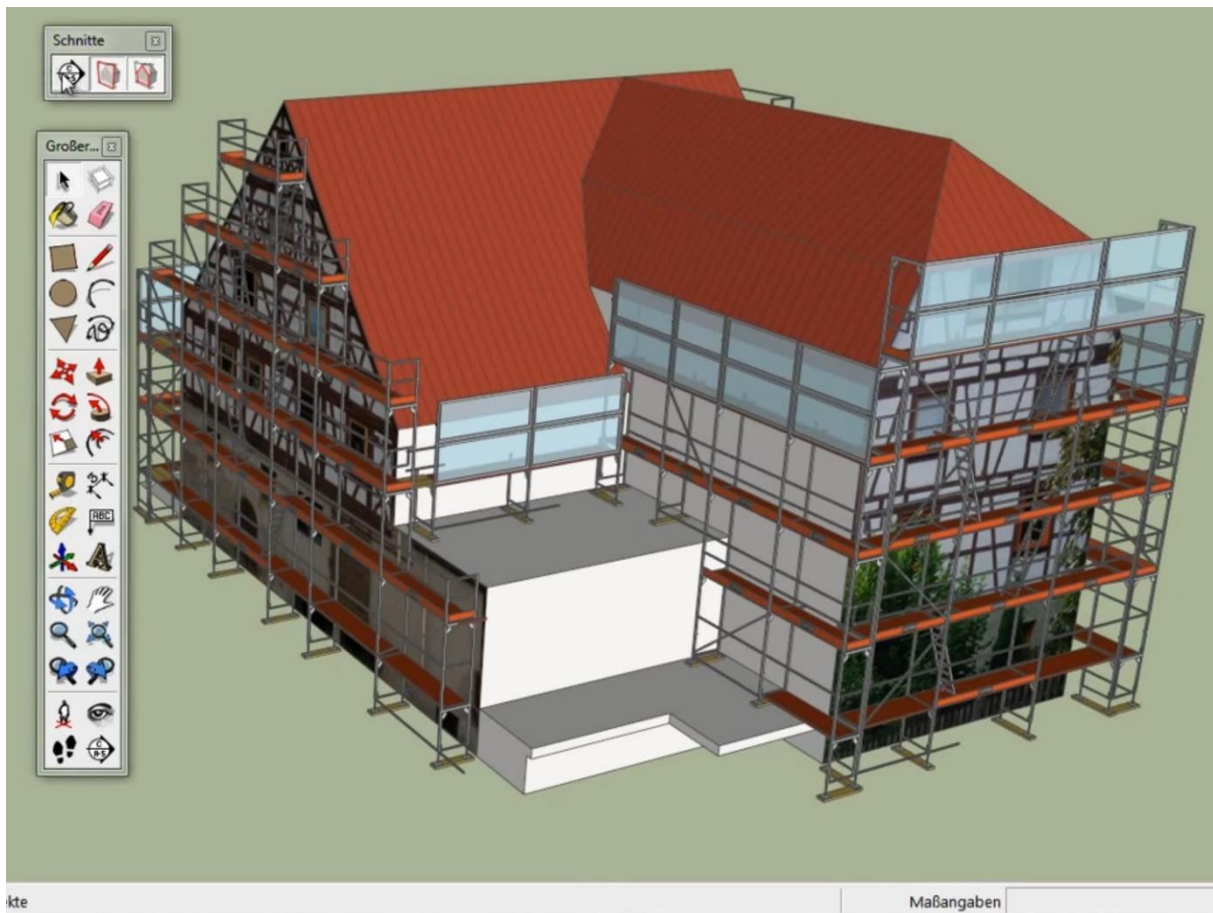
5.1 SCAFFMAX

Scaffmax je software, vyvíjený německou společností SOFTECH, který pro plánování fasádního lešení využívá 3D modelaci. Modelace spočívá v nástroji Push-Pull, patentované funkci softwaru, která vytvoří dotyčný objekt během několika minut a to tak, že do půdorysné plochy je zakreslen tvar půdorysu dle potřebných rozměrů jako plný 2D obrazec. Použitím nástroje Push-Pull je obrazec vysunut do dané výšky. Střecha objektu je vytvořena opět dalším použitím nástroje Push-Pull. Tato funkce funguje stejně jako modelování, aniž by bylo nutné stavět zdi jako první. Vymodelovaný objekt je plný. Půdorys může být snadno vložen do softwaru jako PDF soubor s obrázkem nebo CAD soubor (DXF / DWG). Měřítko lze snadno přizpůsobit. Software nabízí grafickou funkci, kdy lze do fasády objektu vložit fotografii či obrázek daného objektu. Scaffmax automaticky generuje lešení s ohledem na specifikace nastavení (např. délka pole, šířka lešení, atp.), staví rohové spoje a bere v úvahu tvar terénu. Lešení je možné dále editovat. Dodané komponenty mají naprogramovanou inteligenci, aby jednotlivé komponenty byly sestaveny do lešení na správné místo nejjednodušším způsobem. To umožňuje dosáhnout požadovaného řešení pro libovolnou konstrukci lešení u téměř libovolně členěné fasády. Scaffmax umí zohlednit dobu montáže lešení. Navržené lešení lze exportovat jako obrázek nebo vytisknout z různých stran a pohledů. Vygenerované seznamy komponent jsou kompletní. Je možné je rovnou tisknout nebo dále zpracovávat například v programu Excel. Výstupní soubor GAEB XML (zahrnující dobu montáže) je možné přímo přenést do souboru BAP-XML, určeného pro rozpočtářské softwary vyvinuté společností SOFTECH.

Co software nabízí:

- Jednoduchá 3D modelace objektu
- Lešení sestavené jedním kliknutím
- Vložení fotografie/ obrázku do fasády objektu
- Zohlednění doby montáže
- Export dat pro další zpracování

Cena od 64 308 CZK



Obr. 7: Pracovní rozhraní softwaru Scaffmax

5.2 SCAFFOLD DESIGNER

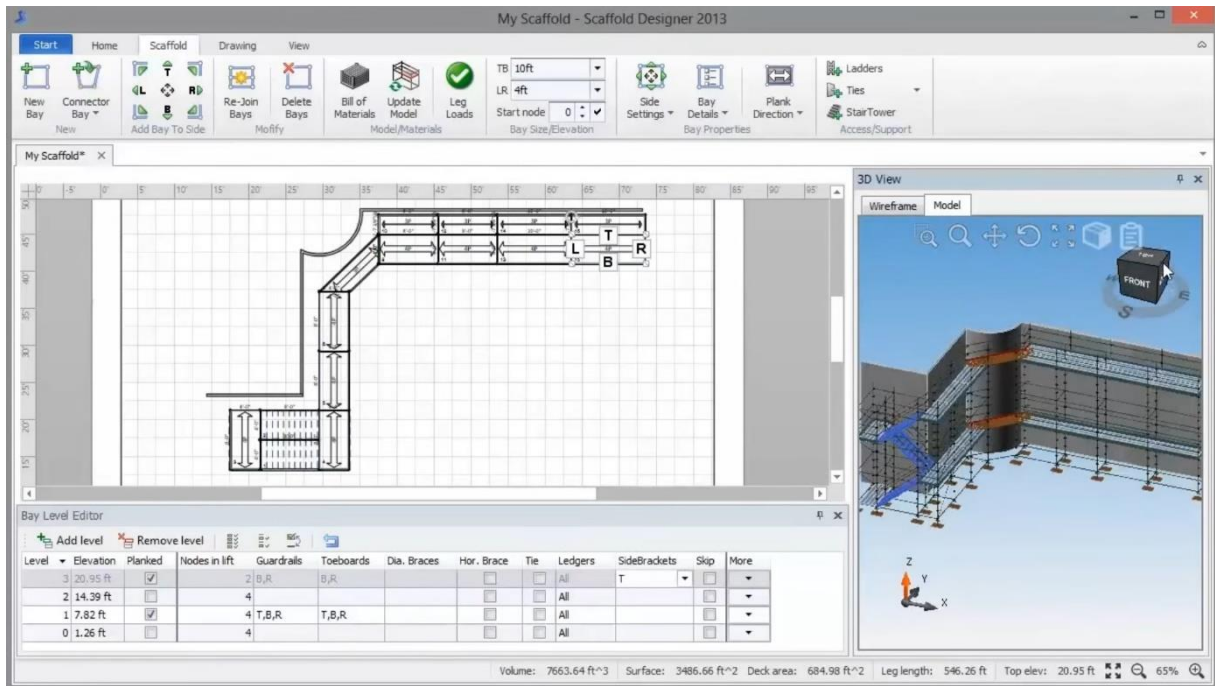
Scaffold designer je software pro plánování lešení od firmy Avontus. Scaffold designer využívá k plánování lešení 2D a 3D modelování. Práce ve Scaffold designeru je obdobou práce s CAD programem, kdy je objekt modelován pomocí čar, nebo se softwarem podporující BIM. Program podporuje všechny známé funkce, kopírovat, vložit, přesunout, atp. Rozhraní programu je blízké rozhraní Microsoft Office. V horní obrazovky části se nachází nástrojová lišta, pod nástrojovou lištou je grafické rozhraní pro 2D a 3D modelaci, v dolní části obrazovky je výkaz použitých komponent. Jako podklad pro modelování objektu může být podložení souborem PDF nebo obrázkem, zároveň je možné použít již existující 2D nebo 3D model vytvořený v CAD programu. Lešení je kresleno uživatelem pomocí jednotlivých sestav lešení definovaných uživatelem. Vše je vizualizováno v reálném čase ve 3D modelu. V databázi komponent je umožněno rozměry komponent libovolně měnit dle potřeby, zároveň i přidávat nové komponenty nebo celé katalogy, podobně jako v CAD programech. Scaffold designer nabízí funkci výpočtu zatížení působícího na konkrétní patku, čímž zjistí, kde se mohou vyskytovat potenciálně problematická místa. Výpočet se skládá jak ze stálého zatížení od samotné konstrukce, tak od proměnného zatížení od daného řemesla, prováděného na lešení. Program je přizpůsoben pro použití na dotykových obrazovkách tabletů, čímž se jeho použitelnost zvyšuje na použití v terénu, na stavbě. Vytvořenou práci (informace o cenách, montáži/ pronájmu / demontáži lešení a výkresy) je možné sdílet s ostatními spolupracovníky přes unifikovaný web Quantify a sledovat tak práci kdekoli a kdykoliv, pomocí libovolného webového prohlížeče.

Co software nabízí:

- 3D modelace objektu pomocí kreslení stěn
- Navrhování lešení po jednotlivých sestavách
- Možnost úpravy knihoven
- Funkce výpočtu zatížení
- Dotyková verze softwaru
- Externí úložiště Quantify s firemním přístupem

Cena:

- za stálou licenci od cca 152 250 CZK + 38 043 CZK (roční poplatek)
- za průběžnou licenci cca 15 100 CZK (startovací poplatek) + 6 320 CZK (měsíční poplatek)



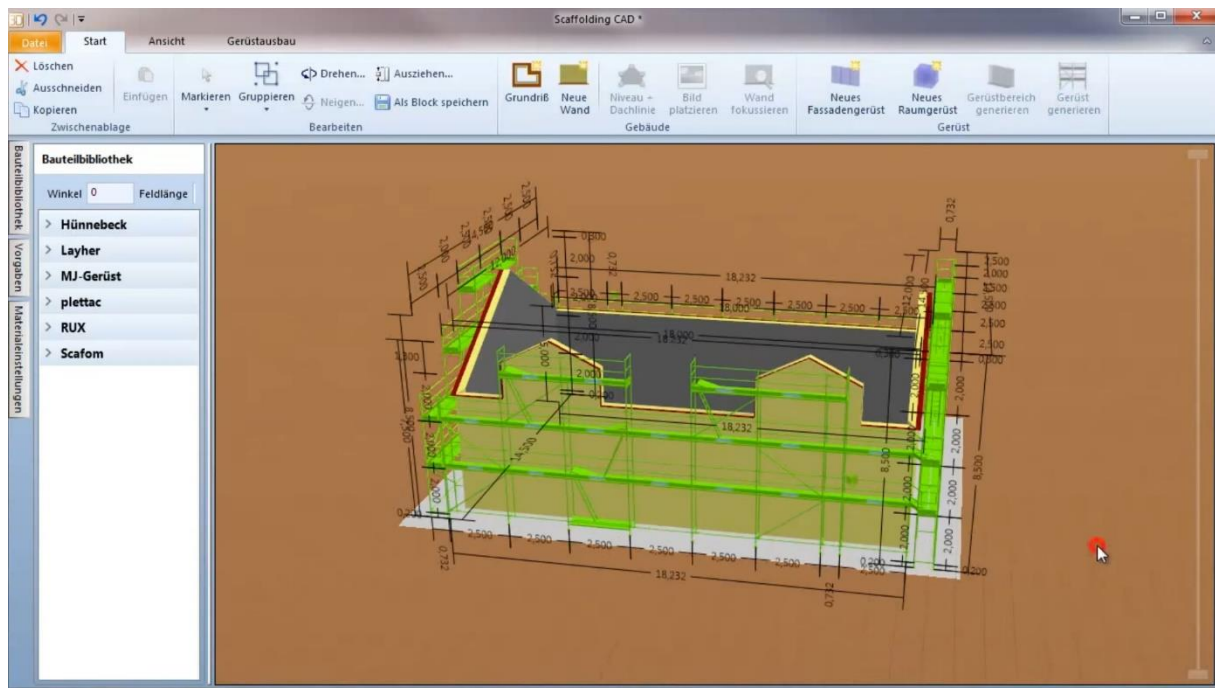
Obr. 8: Pracovní rozhraní softwaru Scaffold designer

5.3 CP-PRO SCAFFOLDING CAD 3D

CP-Pro Scaffolding CAD 3D je nezávislý software pro přípravu lešení. Software je založen na základech CAD programů s uživatelským rozhraním blízké Microsoft Office. V prvním kroku si uživatel založí nový projekt. Ve formuláři vyplní základní údaje o projektu. Ty jsou automaticky zpracovány jako hlavička výstupů ze softwaru (výkresy, výkazy). Ve druhém kroku software nabízí uživateli vybrat systém fasádního rámového lešení od největších výrobců lešení na trhu (Hünnebeck, Layher, MJ-Gerüst, plettac, RUX, Scafom). V tomto kroku si také uživatel nastaví parametry objektu a lešení (vzdálenost od fasády, preferovanou délku pole, preferovanou šířku lešení, výšku založení, atp.). Ve třetím kroku je modelován daný objekt, jednoduše pomocí nástroje stěna, a výška terénu. Dále přichází na řadu lešení, které je vypočítáno a vygenerováno jedním kliknutím během několika okamžiků pomocí asistenta pro tvorbu lešení. Vše obsahuje rozměry a je přehledné. Dodatečné úpravy přidání/odebrání komponent lešení jsou podporovány, včetně složitějších konstrukcí jako jsou např. schodišťové věže. Podporováno je také přidávání popisků, tvorba řezů. Zajímavou funkcí je přizpůsobení výšky lešení pro konkrétní fázi výstavby objektu (např. pro hrubou stavbu, kdy lešení slouží jako nástroj pro kolektivní ochrany pádu z výšky).

Co software nabízí:

- 3D modelace objektu pomocí kreslení stěn
- Podporované nejen pro rámová lešení nejznámějších výrobců
- Vygenerování sestav lešení jedním kliknutím
- Volně stažitelné na vyzkoušení



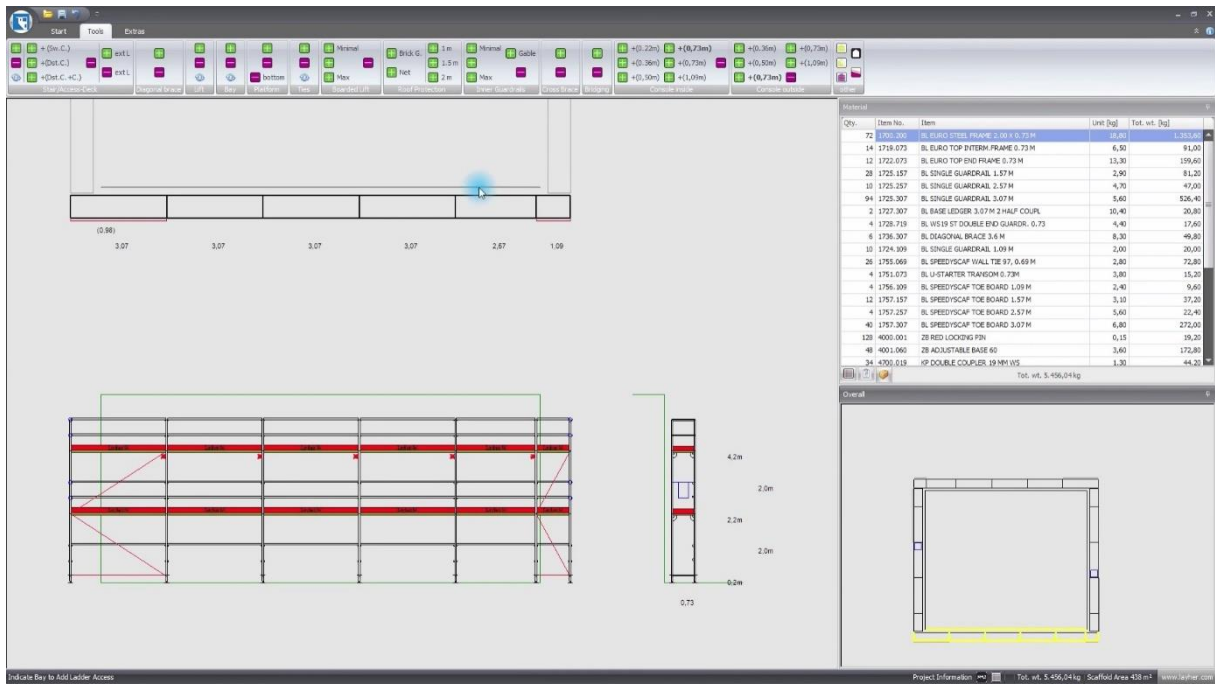
Obr. 9: Pracovní rozhraní softwaru CP – Pro Scaffolding CAD 3D

5.4 LAYPLAN CLASSIC

LayPlan je software vyvinutý pod záštitou společnosti Layher (Wilhelm Layher GmbH & Co KG), špičkou mezi výrobci komponentních lešení. Software disponuje řadou funkcí nad rámec plánování rámového lešení. V oblasti rámových fasádních lešení nabízí software rychlou volbu mezi plánování lešení pouze pro jednu stěnu, plánování lešení pro 4 stěny a plánování lešení pro více stěn. Ve druhém kroku jsou požadovány údaje o projektu a dále rozměry objektu (např. pro budovy obdélníkového půdorysu se sedlovou střechou jsou vyžadovány délky štítových a podélných stran a výšky od terénu ke hřebeni a od terénu k okapu). Ve třetím kroku jsou požadovány informace o lešení, přípustné délky polí, přípustné výšky rámu, šířka lešení, materiál lešení, forma výstupů do pater, vzdálenost od fasády, atp. V dalším kroku je lešení navrženo a vykresleno v rozhraní pro editaci. Nachází se zde půdorys, pohled a příčný pohled na lešení, dále výkaz komponent použitých pro jednotlivé stěny a nástrojová lišta pro úpravu lešení a výšek terénu. V tomto rozhraní je možné lešení dále upravovat do finální podoby přidáním vykonzolování posledního patra, přidáním sítí, atp. Data jako výkaz materiálů lze exportovat do rozpočtářského softwaru nebo je možné vše včetně výkresů tisknout v nastaveném měřítku. Naplánované lešení lze v nadstavbové verzi nahrát do rozhraní LayPlan Cad a dále jej editovat ve 2D a 3D modelaci. Pro základní použití je ale software LayPlan Classic dostačující.

Co software nabízí:

- Jednoduchý zadávací formulář
- 2D vykreslení půdorysu, pohledu a příčného pohledu
- Jednoduchá úprava lešení
- Možnost nadstavby ve 3D modelování
- Podporuje pouze lešení firmy Layher



Obr. 10: Pracovní rozhraní softwaru LAYPLAN Classic

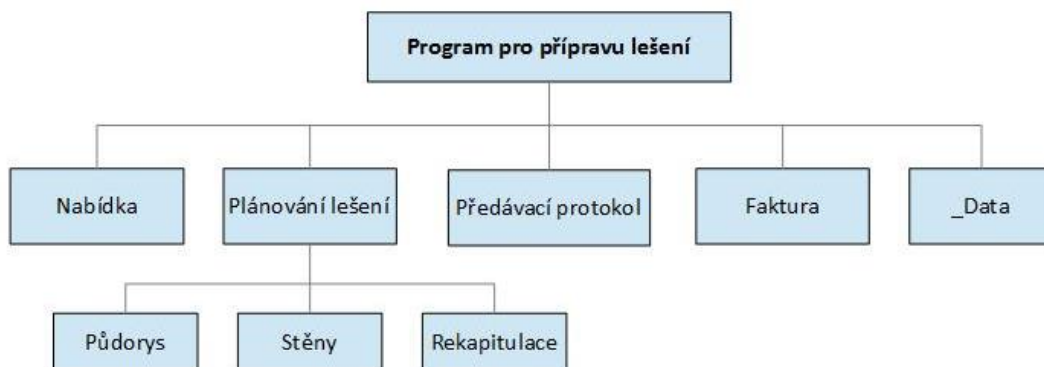
6 AUTOREM VYTVOŘENÝ PROGRAM PRO PŘÍPRAVU LEŠENÍ

Program pro přípravu lešení je jednoduchý program, umožňující plánovat systémové fasádní lešení pro konkrétní stavbu. Program je napsán v kancelářském tabulkovém procesoru MS EXCEL s použitím základního programovacího jazyka procesoru VBA a maker.

Program doporučuji prohlížet na obrazovce podporující rozlišení Full HD (1920×1080). V tomto rozlišení budou jednotlivé listy optimálně čitelné. Orientace v programu je striktní - zleva doprava a shora dolů. Program dokáže simulovat proces plánování lešení „v ruce“. Snahou je podchytit proces plánování lešení od začátku do konce, tzn. od cenové nabídky po fakturaci dodávky lešení. Uživatel je list po listu veden postupem výpočtu, který si může do jisté míry upravovat podle sebe. Na rozdíl od plánování lešení „v ruce“ program zvládá počítat efektivněji a rychleji, díky propojení buněk se vzorci. Výstupy mají jednotnou formu a jsou přehledné. Konečnými výstupy programu pro přípravu lešení jsou:

- Půdorys objektu s návrhem provázání rohů lešení,
- Jednotlivé stěny s grafickým návrhem lešení a počtem potřebných komponent lešení
- Celkový počet komponent lešení a jejich doprava na stavbu

Celý program lze rozdělit do více částí, které obsahují další podčásti (viz. Obr.). Jednotlivé nadřazené části mají v programu přiřazeny listy. Tyto listy jsou mezi sebou vzájemně propojené pomocí vzorců tak, aby program mohl správně efektivně fungovat a bylo tak docíleno automatizace výpočtu. Pro každý výpočet je potřeba znát počáteční podmínky – parametry výpočtu. Tyto podmínky si uživatel zadává sám do programu podle toho, v jakém listu se nachází. Počáteční parametry jsou vždy v levém horním rohu a jsou barevně označeny.



Obr. 11: Rozdělení programu pro přípravu lešení

6.2 PŮDORYS

Toto je první výpočetní list programu. V tomto listu si jako uživatel vytvoří náčrt objektu. Kliknutím na hypertextový odkaz **Výkres:** si uživatel může v průzkumníku otevřít půdorys objektu konkrétní akce, podle které vyplní vnější rozměry a orientaci obvodových stěn do tabulky do sloupce **C** a **D**. Délky uživatel zadává v metrech. Zobrazení je automaticky prováděno v **Grafu pro náčrt půdorysu objektu**, umístěného v pravé části obrazovky. Ve sloupci **E** jsou odkazy na pohledy načrtnutých stran. Sloupec **F** slouží k nastavení správné orientace lešení na vnější straně objektu. Přepínání provádí uživatel pomocí tlačítek +/- . Ve sloupcích **G** a **H** uživatel navrhuje provázání rohů lešení tak, aby lešení bylo pochozí a nepřerušené kolem celého objektu. Ve sloupci **I** je možné k jednotlivým stěnám připsat poznámku, která se objeví dále při plánování pohledové části lešení. Dále se ve sloupci **I** nad tabulkou vyskytuje tlačítko **Vymazat tabulku** pro rychlé vymazání tabulky stěn. V levém dolním rohu tabulky stěn je spočítán celkový obvod objektu.

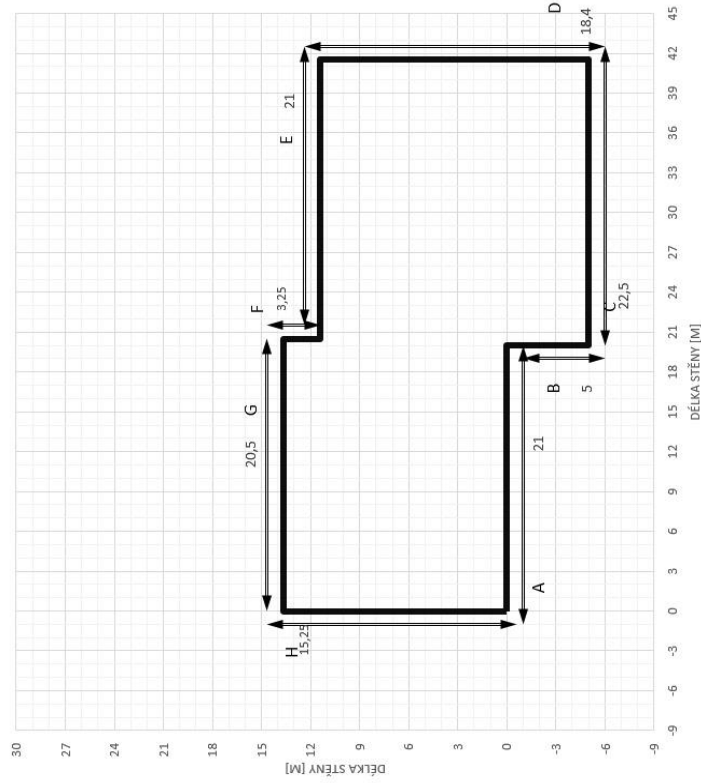
Rozhraní pro náčrt půdorysu objektu

WIKRES:

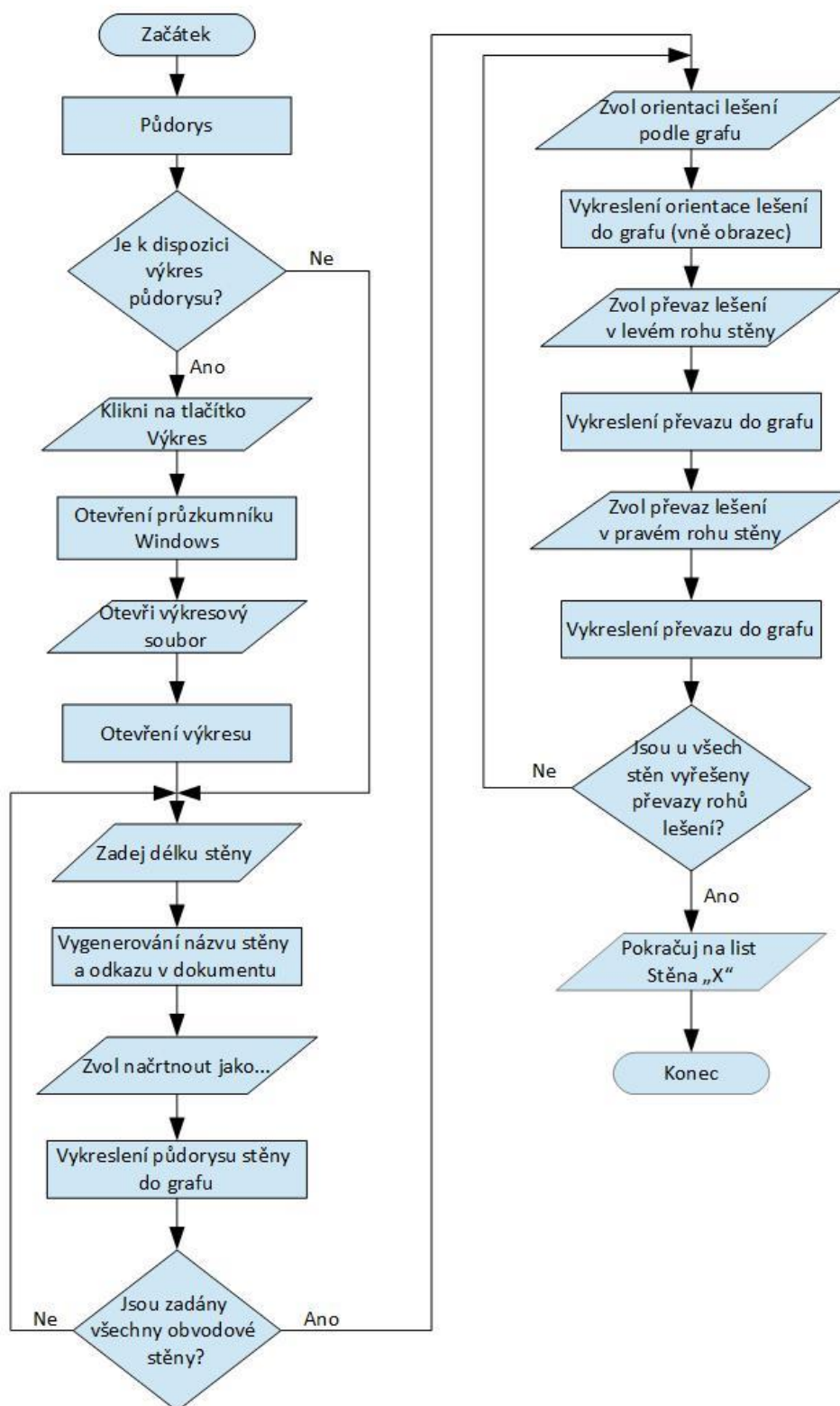
Vymazat tabulku

→	STĚNA			LEŠENÍ				
	název	délka	načrtnout jako...	odkaz	orientace	vlevo	vpravo	Poznámky
→	A	20,00	vodorovná zleva doprava	A	+	+ 0	+ 0	
→	B	5,00	svislá shora dolu	B	+	+ 0	+ 0	
→	C	21,50	vodorovná zleva doprava	C	+	+ 0	+ 0	2m sestava
→	D	16,40	svislá zdora nahoru	D	+	+ 0	+ 0	
→	E	21,00	vodorovná zprava doleva	E	+	+ 0	+ 0	
→	F	2,25	svislá zdora nahoru	F	+	+ 0	+ 0	
→	G	20,50	vodorovná zprava doleva	G	+	+ 0	+ 0	
→	H	13,25	svislá shora dolu	H	+	+ 0	+ 0	
→								
→								
	Obvod [m]:	119,90 [m]						

Graf pro náčrt půdorysu objektu



Obr. 13: List Půdorys – Rozhraní pro náčrt půdorysu, tabulka a graf – Nahližejte zprava



Obr. 14: Vývojový diagram - Půdorys

6.3 STĚNA „X“

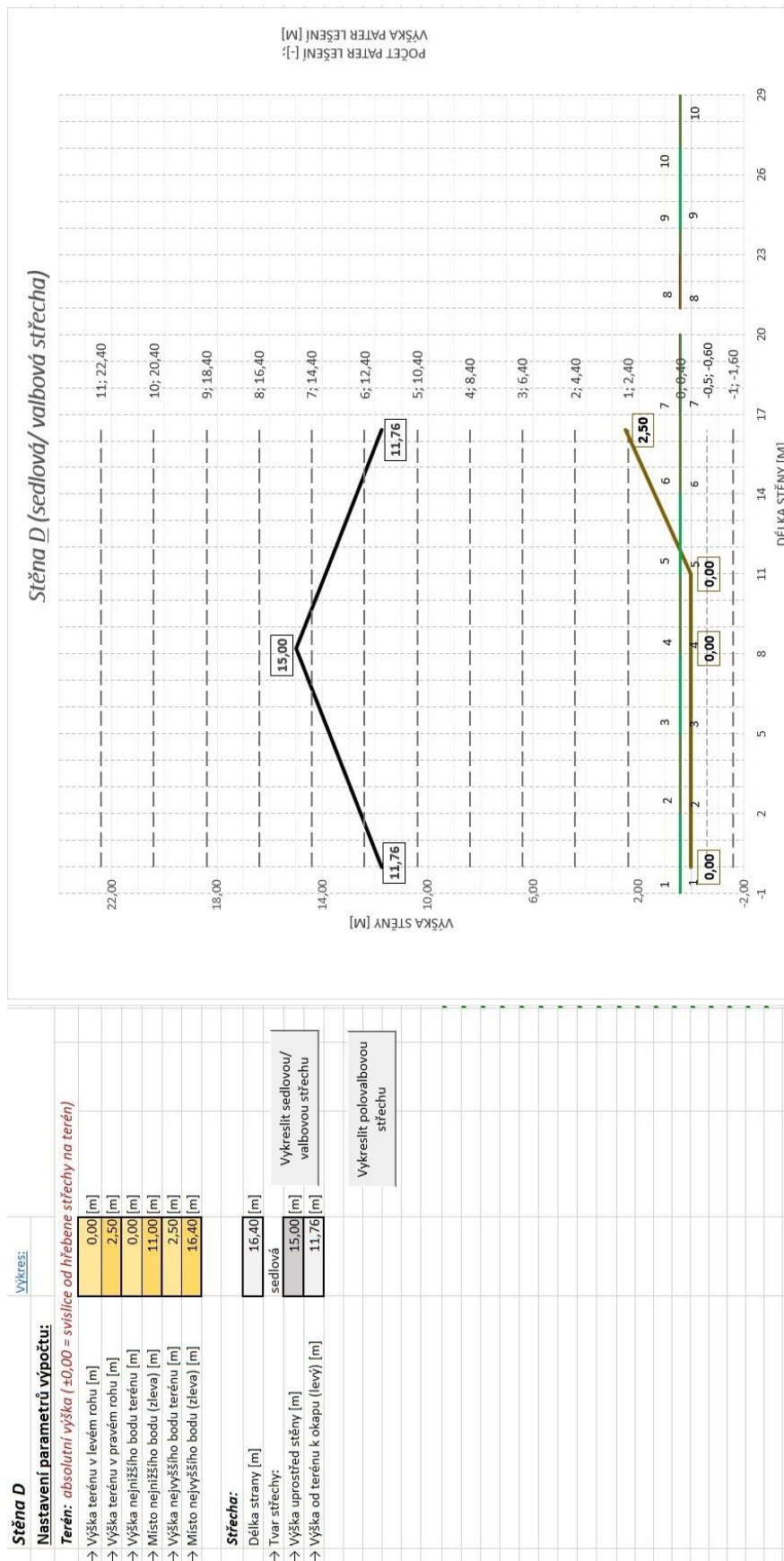
V tomto listu si uživatel vytváří grafický výstup návrhu lešení tak, jak bude ve skutečnosti vypadat. Kliknutím na hypertextový odkaz **Výkres:** si uživatel může v průzkumníku otevřít pohled na konkrétní stěnu objektu konkrétní akce, ze kterého bude možné čerpat zejména potřebné výškové kóty- parametry pro tvar terénu a střechy, potřebné níže. Program upozorňuje, že se řídí vlastními absolutními výškami- bod $\pm 0,00$ je vždy uprostřed stěny, v případě sedlové střechy je pomyslnou svislicí od hřebene na terén. Uživatelem zadávané parametry pro **Terén** a **střechu** musí uživatel přepočítat z absolutní výšky výkresu na absolutní výšky programu. Pro vykreslení terénu v kvalitě blížící se skutečnosti program požaduje znát tyto hodnoty: Výšku terénu v levém a pravém rohu stěny, Výšku nejnižšího a nejvyššího místa terénu včetně jejich vzdáleností měřených od levého rohu stěny. V grafickém rozhraní uprostřed obrazovky se terén zobrazí hnědou barvou. Délka stěny je již známá z listu Půdorys. Parametry pro vykreslení střechy se liší podle tvaru střechy, který zvolí uživatel. Vybírat může mezi třemi tvary střech: sedlová, valbová, polovalbová. Pro všechny tvary střech je potřeba znát výšku uprostřed stěny, tzn. výšku od absolutní nuly programu. Takto již program dokáže vykreslit valbovou střechu, popřípadě podélnou stěnu bez štítu. Pro vykreslení sedlové střechy postačí další jediný parametr- výška od terénu k okapu v levém rohu. Pro vykreslení polovalbové střechy je mimo zmíněných parametrů nutné zadat také místo (vzdálenost) polovalby od levého rohu a výšku terénu v místě levé i pravé polovalby. Po dokončení zadávání parametrů je nutno kliknout na tlačítko **Vykreslit sedlovou/valbovou střechu**, popřípadě **Vykreslit polovalbovou střechu**. Tím se v grafickém rozhraní uprostřed vykreslí průběžný tvar terénu a střechy. V grafickém rozhraní uprostřed se tvar střechy zobrazí černou barvou.

Dále již přichází na řadu návrh **LEŠENÍ** s grafickým vykreslením- výška založení, velikost a výška jednotlivých sestav lešení. **LEŠENÍ** bude vykresleno do grafického rozhraní mezi již vykreslený terén a střechu. Grafické rozhraní pro lepší orientaci obsahuje rastr, který je délkově dělen po jednom metru a výškově po dvou metrech podle výšky založení lešení. Výškový rastr pro jednodušší návrh navíc obsahuje čísla pater lešení. V tabulce lešení uživatel zadává údaje do barevných buněk. První údaj je **výška založení**, tj. výška na kterou budou „vytočeny“ stavitelné patky v místě uprostřed stěny. Jednotlivé sestavy lešení jsou očíslovány

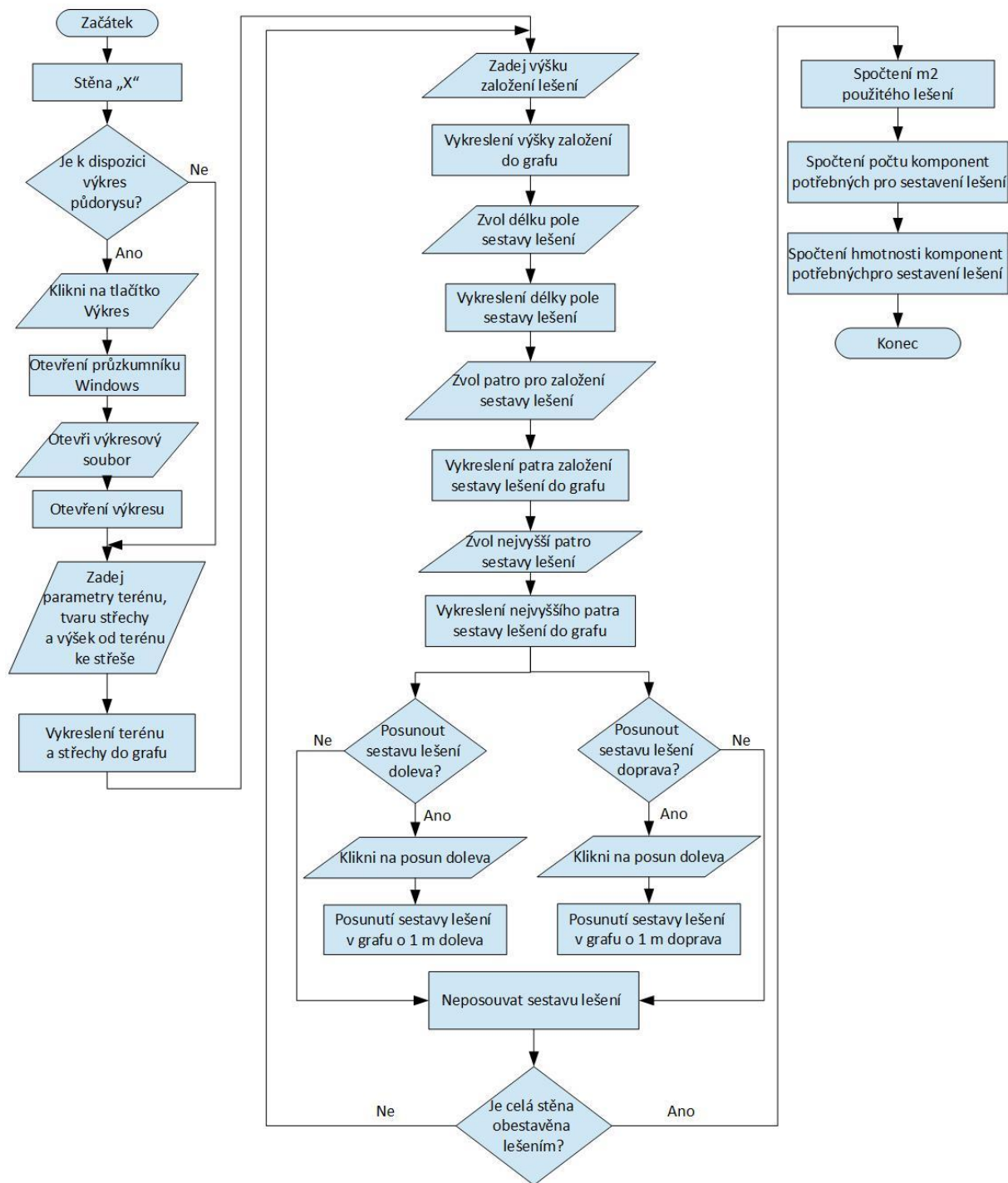
a pracuje se s nimi jako s jednotlivými sloupci. **DÉLKA SESTAVY** je volitelná buď **3 m** nebo **2 m**. Defaultně jsou nastaveny 3 m. V případě změny na 2 m je nutno potvrdit výběr tlačítkem 2 m. V kolonce **PATRO** je voleno patro založení a patro posledního podlaží (podlahy nejvýše položené) v dané sestavě (sloupci). Jednotlivé sestavy lze posouvat dle potřeby vlevo/ vpravo (←/→). U nevyužitých sestav lešení uživatel nic nevyplňuje. A zůstanou neoznačené. V grafickém rozhraní je výška založení sestavy označeno zelenou barvou a výška posledního podlaží označena červenou barvou.

Během návrhu lešení je tvořen **NAKLÁDACÍ LIST**, tj. rozpis počtu kusů a hmotnosti komponent, které budou potřebné pro postavení lešení tak, jak je navrhováno. Nakládací list je tvořen automaticky, pomocí sofistikovaných vzorců, s výjimkou speciálních komponent, které uživatel vyplňuje ručně dle svého úsudku a potřeby. Tyto komponenty jsou červeně označeny. S nakládacím listem je dále pracováno v listu **Rekapitulace**.

Stejným způsobem uživatel zpracuje všechny následující stěny.



Obr. 15: List Stěna „X“ – Parametry výpočtu a vykreslení terénu a střechy – Nahlížejte zprava



Obr. 17: Vývojový diagram – Stěna „X“

6.4 REKAPITULACE

Tento list obsahuje shrnutí listů Půdorys a Stěna „X“. Především obsahuje **celkovou plochu lešení** sečtením ploch lešení všech stěn „X“ a **celkový nakládací list zakázky**, kde jsou sečteny nakládací listy stěn „X“. Celkový nakládací list obsahuje **celkovou hmotnost lešení**. Podle celkové hmotnosti je navržena **vytíženost odvozního prostředku**. Vytíženost odvozního prostředku je navržena dvěma způsoby:

Podle hmotnosti všech prvků lešení. Bez nutnosti provádění kroků uživatelem. Uživatel volí pouze maximální kapacitu auta a závěsu.

Podle potřeby postupu výstavby lešení. Tuto možnost představuje **nastavitelný nakládací list**. Uživatel si sám volí, kdy a jaká komponenta bude dopravena na stavbu, nesmí ale přesáhnout kapacitu odvozního prostředku, kterou si volí. Tento způsob se uplatní u velkých staveb, kdy je lešení montováno na několik etap.

Rekapitulace		Název zakázky:		Akce:	
Výška nejvyššího patra:		3 m		42	
Počet sestav lešení na jedno patro:		2 m		1	
CELKOVÝ NAKLÁDACÍ LIST ZAKÁZKY:					
Celková plocha lešení:		1593 [m ²]			
Auto/	počet kusů	hmotnost			
Závěs	[ks]	[kg]			
A stavitelná patka 0.5m	102	3.10	316		
A stavitelná patka 1m	0	4.70	0		
A rám 2 m	261	16.50	4307		
A rám 1 m	1	11.30	11		
Z podlaha 3 m	394	22.00	8668		
Z podlaha 2 m	10	14.50	145		
Z průlezová podlaha 3 m	18	28.00	504		
A/Z zábradlí 3 m	472	5.50	2596		
A/Z zábradlí 2 m	11	3.50	39		
A diagonální úchyt	12	0.50	6		
A diagonála 3 m	62	11.00	682		
A diagonála 2 m	0	8.00	0		
A kotva 0.5 m	120	2.00	240		
A kotva dlouhá 1 m	0	3.80	0		
A elko / sloupek	47	5.00	235		
A elko 2 m	0	11.50	0		
A Hřtko	4	9.70	39		
A boční zábradlí	48	3.00	144		
Z okopové příkno 3 m	215	6.50	1398		
Z okopové příkno 2 m	5	4.50	23		
A konzola	0	10.00	0		
A pevná spojka	104	1.15	120		
A otočná spojka	52	1.35	70		
A závěsná spojka	80	0.80	64		
A spojovací trubka 0.5 m	40	2.00	80		
CELKOVÁ HMOTNOST [kg]			19685		

VYTÍŽENOST ODVOZNIHO PROSTŘEDKU:											
pro navazení lešení bez uvažování postupu výstavby, orientace podle hmotnosti všeho											
1. cesta			2. cesta			3. cesta			4. cesta		
KAPACITA	ZBÝVÁ	VOLNO	KAPACITA	ZBÝVÁ	VOLNO	KAPACITA	ZBÝVÁ	VOLNO	KAPACITA	ZBÝVÁ	VOLNO
AUTO	2500	7551	2500	0	2500	2500	2551	2500	2500	51	2449
ZÁVĚS	3500	12054	3500	0	3500	8554	3500	3500	3500	1554	1946

1. cesta		2. cesta		3. cesta		4. cesta	
AUTO	ZÁVĚS	AUTO	ZÁVĚS	AUTO	ZÁVĚS	AUTO	ZÁVĚS
0%	100%	0%	100%	0%	100%	99%	2%

Obr. 18: Rekapitulace – Celková plocha lešení, celkový nakládací list, celková hmotnost a vytíženost odvozních prostředků pro celou zakázku – Nahlížejte zprava

6.5 PROTOKOL O PŘEDÁNÍ A PŘEVZETÍ RÁMOVÉHO LEŠENÍ

Protokol o předání a převzetí rámového lešení je interaktivní formulář skládající se z kontaktních údajů **předávajícího** a **přebírajícího**. Přebírajícího je možno jednoduše hledat v rozevíracím seznamu. Seznam je databází kontaktních údajů, které lze jednoduše v dokumentu přidávat a mazat (list **Předávací_protokol_data**). Další částí je **Specifikace akce**, která je libovolná dle projektu. Následující údaje jsou považovány za směrodatné. **Výměra lešení** je celkovou plochou lešení z rekapitulace. **Způsob použití lešení** je možno vybrat ze seznamu, pro střechu nebo pro fasádu. **Typ lešení** je volen dle osové šířky rámu. **Třída únosnosti podlah** je uživatelem vybírána ze seznamu. Uživatelova znalost třídy únosnosti podlah navrhovaného lešení je předpokládána. Dále **použití sítě** a **výměra sítě**. Kliknutím na nadpis **Lešení je sestaveno z následujících komponent:** se vyfiltrují komponenty, které mají nenulový počet kusů. Místo předání je možno zvolit ze seznamu, případně dopsat po vytištění. Vše ostatní je bez práce. Potom stačí už jen Protokol vytisknout a podepsat oběma stranami.

7 POROVNÁNÍ PROFESIONÁLNÍCH SOFTWAREŮ A VYTVOŘENÉHO PROGRAMU

Pro porovnání profesionálních softwarů vs. vytvořeného programu budou funkce profesionálních softwarů zjednodušeně sjednoceny, jako by tato funkce patřila jedinému programu. Vytvořený program bude hodnocen podle toho, jak dobře podobnou funkci zvládá. Hodnocení bude probíhat udělováním bodů:

- 0 = nezvládá
- 0,5 = částečně zvládá
- 1 = zvládá

Funkce	Hodnocení
Lešení sestavené jedním kliknutím	0
Vložení fotografie/ obrázku do fasády objektu	0
Zohlednění doby montáže	0,5
Export dat pro další zpracování	1
Navrhování lešení po jednotlivých sestavách	1
Možnost úpravy knihoven/ funkcí	1
Výpočet zatížení	0,5
Přenosná verze softwaru	0,5
Podpora pro rámová lešení nejznámějších výrobců	0,5
Volně stažitelné na vyzkoušení	1
Jednoduchý zadávací formulář	1
2D vykreslení půdorysu, pohledu	1
Dodatečná úprava lešení	0,5
Možnost nadstavby ve 3D modelování	0
Sestavení kotevního plánu	0
Návrh vytížení dopravního prostředku	1
Čeština	1
<i>Celkové hodnocení</i>	<i>10,5/17 (62%)</i>

Tab. 2: Tabulka porovnání funkcí profesionálních softwarů vůči vytvořenému programu

Vymýšlení a vytváření vlastního programu do nynější podoby trvalo cca. 1 měsíc 5 hodin denně, tzn. 120 hodin. Autor se nepovažuje za softwarového vývojáře, a proto by si neúčtoval plnou sazbu softwarových vývojářů, která se pohybuje kolem 800 CZK za hodinu. V případě že by si autor za vývoj účtoval 500 CZK za hodinu je celková cena vývoje programu v nynější podobě 75 000 CZK.

Získání licence softwarů dostupných na trhu začíná kolem 60000 CZK Samozřejmě reálná cena vývoje softwarů je daleko vyšší. Je také nutné zohlednit, že na existujících softwarech pracuje tým lidí, kdežto autor vytvořil svůj program sám.

Kdyby měl být vytvořený program využíván ke komerčním účelům, přikláněl by se autor ke strategii 30 dní zdarma na vyzkoušení v omezené verzi, dále by již byl program zpoplatněn paušálním poplatkem (ročním/ měsíčním) s plnou verzí a autorovými aktualizacemi zdarma.

8 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ PROGRAMU NA REÁLNÉM PŘÍKLADU

Vytvořený program pro plánování lešení byl již použit v praxi.

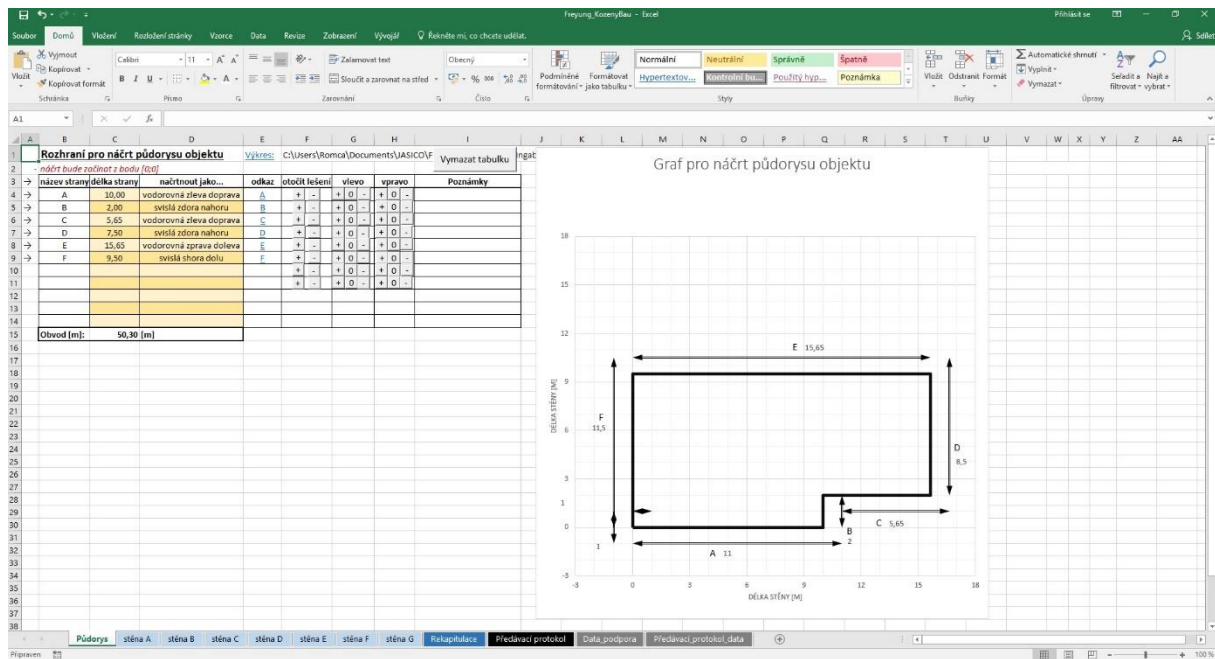
Společnost Jasico s.r.o. jako dodavatel lešení byl osloven pro zpracování cenové nabídky montáže/ demontáže, dopravy a pronájmu lešení na novostavbě rodinného domu se sedlovou střechou a přidruženými přístřešky nedaleko bavorského města Freyung. Následně byla společnost Jasico s.r.o. vybrána pro realizaci.

Program pro plánování lešení byl od počátku zakázky společností Jasico s.r.o. využíván jako hlavní nástroj pro přípravu zakázky. Jako výchozí zdroje pro výpočet byly od zadavatele k dispozici výkresové dokumenty ve formátu .PDF (půdorysy a řezy a pohledy) obsahující důležité kóty pro výpočet. (Výkresové dokumenty jsou v přílohách DP).

8.1 NÁVRH PŮDORYSU

Po spuštění programu byl v listu Půdorys vytvořen půdorys objektu. Dohromady bylo zadáno 6 stěn (A až F) a to tak, aby půdorys z programu orientací odpovídal půdorysu z výkresu. Jako počáteční stěna A byla zvolena jižní stěna výkresu a dále vykreslení stěn v programu pokračovalo proti směru hodinových ručiček.

Dále bylo potřeba upravit půdorys lešení, aby bylo vykresleno vně půdorysu a příhodně navrhnout převazy rohů lešení. Z důvodu nedostatku sestav lešení o délce 2 m byly pro montáž preferovány sestavy lešení o délce pole 3 m. Jako první byla upravena štítová stěna F pro použití 4 x 3 m sestavy s převazem vlevo i vpravo. Dále stěna A (3 x 3 m sestava, 1 x 2 m sestava) s převazem vpravo. Na ni navazuje stěna B (1 x 2 m sestava) bez převazu. Stěna C (2 x 3 m sestava) s uskočením vlevo kvůli stěně B a převazem vpravo. Stěna D (3 x 3 m sestava) s převazem vpravo. Stěna E bez převazu s takovou skladbou sestav, aby se vešla mezi převazy stěn D a F (4 x 3 m sestava a 2 x 2 m sestava).



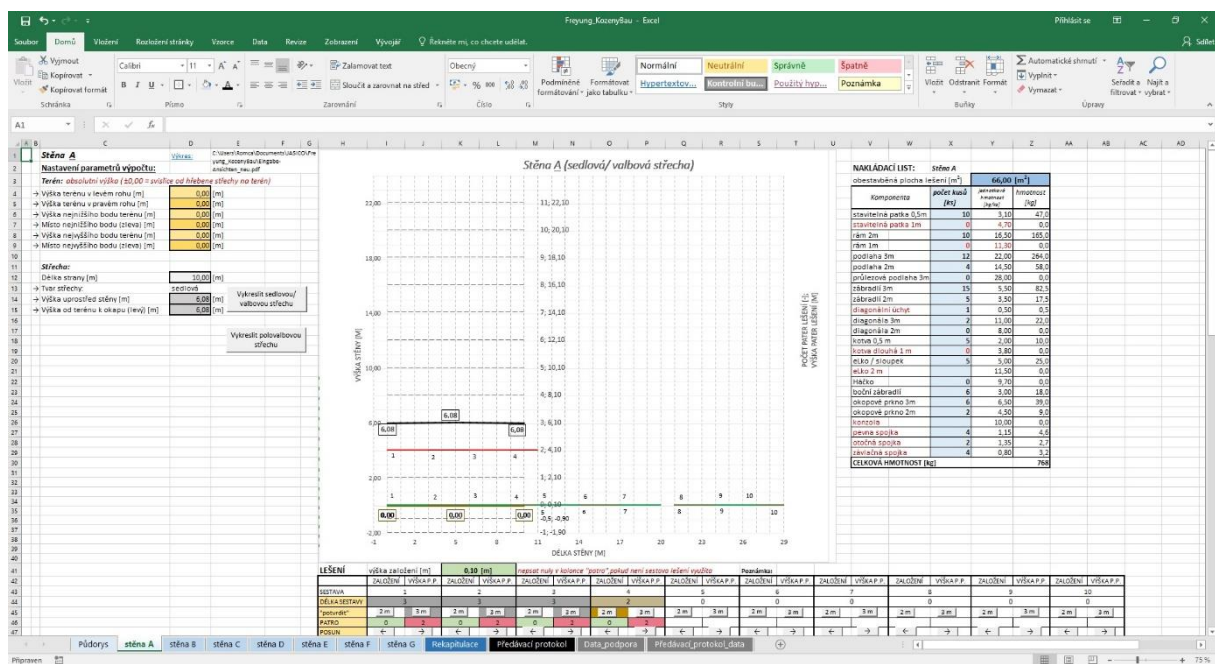
Obr. 21: Půdorys - Vykreslení půdorysu objektu s návrhem převazů rohů lešení

8.2 NÁVRH JEDNOTLIVÝCH STĚN

V další fázi již byly řešeny jednotlivé stěny. Terén kolem celého rodinného domu měl být dle výkresů rovný a nikterak složitý, tím byl ulehčen návrh výšky založení jednotlivých sestav lešení.

8.2.1 STĚNA A

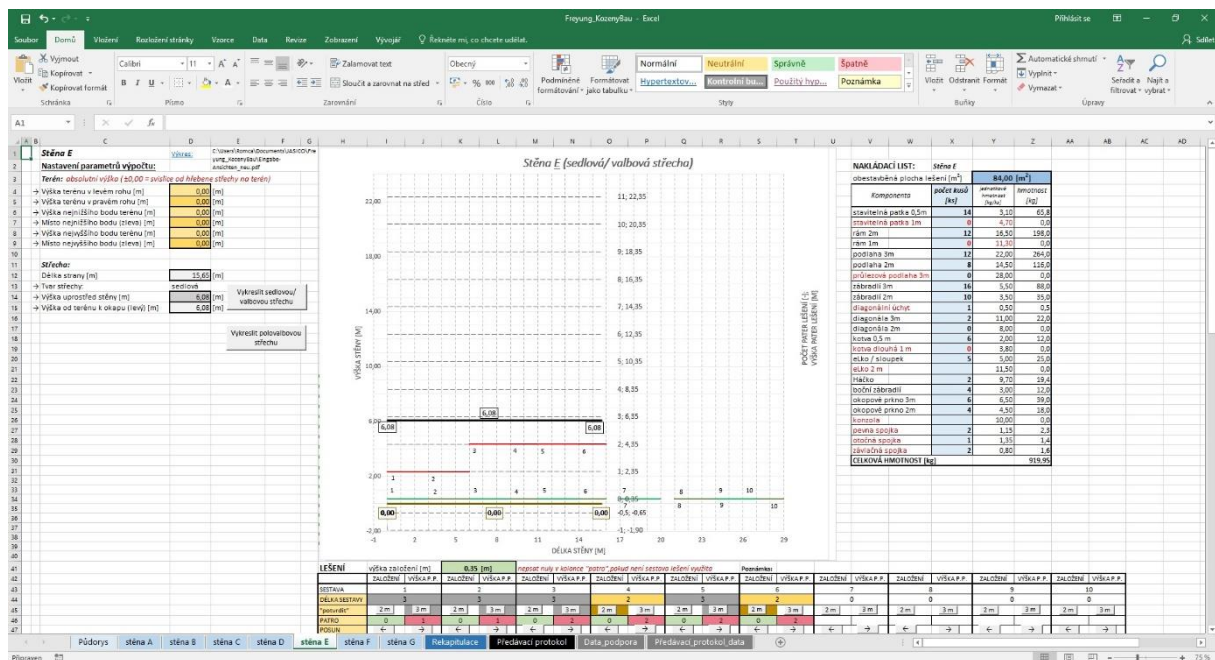
Stěna A byla podélná stěna. Vstupní parametry terénu a střechy byly do programu zadány dle kót výkresu pohledů. Pro vykreslení okraje střechy podélné stěny A bylo použité rozhraní pro sedlový tvar střechy, kdy výška uprostřed stěny byla zadána stejná jako výška od terénu k okapu, tím bylo docíleno konstantního vykreslení okraje střechy podélné stěny A. Při vykreslování sestav lešení byl kladen důraz na to, aby pracovníci mohli pohodlně pracovat. Z tohoto důvodu byla výška založení navržena na 0,1 m. Při této výšce založení by měl pracovník v nejvyšším patře pohodlně dosáhnout na fasádu objektu a pracovník pracující na terénu pohodlně dosáhnout do výšky prvního patra. Výška nejvyšší podlahy lešení ve druhém patře by tak byla 4,1 m.



Obr. 22: Stěna A – návrh lešení (parametry na vstupu, lešení, grafické znázornění a nakládací list)

8.2.4 STĚNA E:

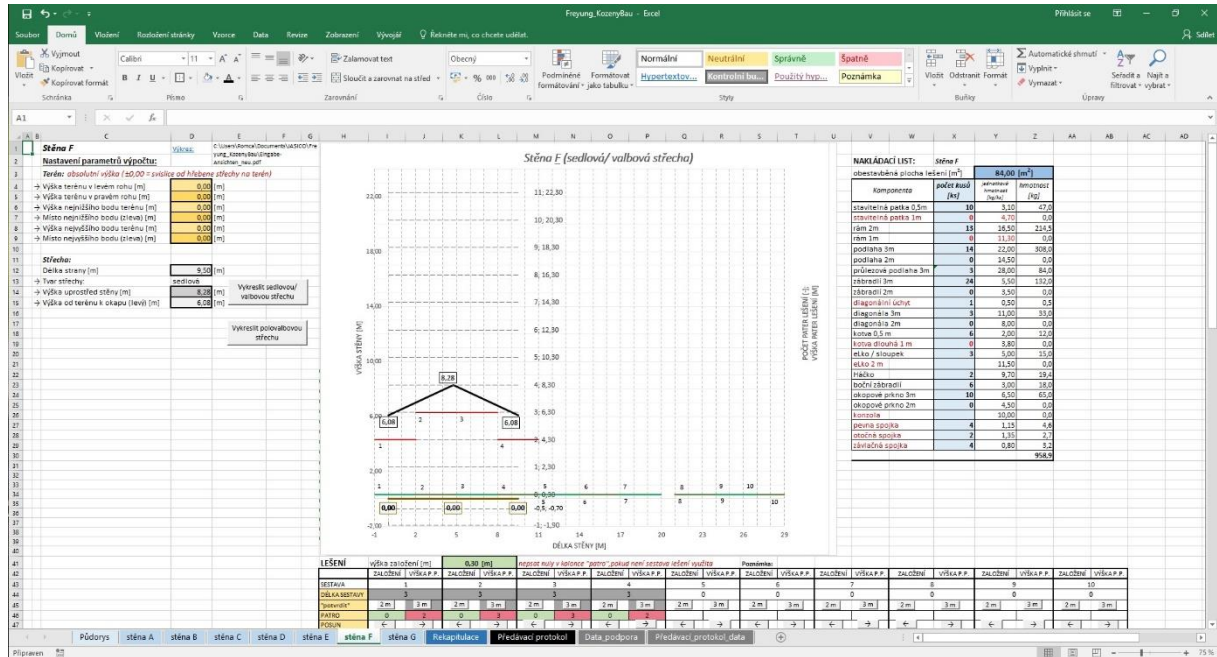
Ačkoliv měla stěna E dvě výškové úrovně, přístěnku a rodinného domu, bylo na ni z důvodu nepřerušení lešení nahlíženo jako na jednu stěnu, proto byla vykreslena s jednotnou výškou okapu. Přístěnek o jednom patře lešení byl zohledněn návrhem sestav lešení – na délku cca 5,7 byly navrženy 2 x 3 m sestavy lešení. Opět bylo žádoucí výšku založení a tím pádem i výšku 2. patra přizpůsobit výšce střechy přístěnku a zároveň ji přizpůsobit pro pohodlnou práci na rodinném domě. Střecha přidružené garáže v pravé části rodinného domu nebyla uvažována v domnění, že bude realizována po demontáži lešení.



Obr. 26: Stěna E – návrh lešení (parametry na vstupu, lešení, grafické znázornění a nakládací list)

8.2.5 STĚNA F:

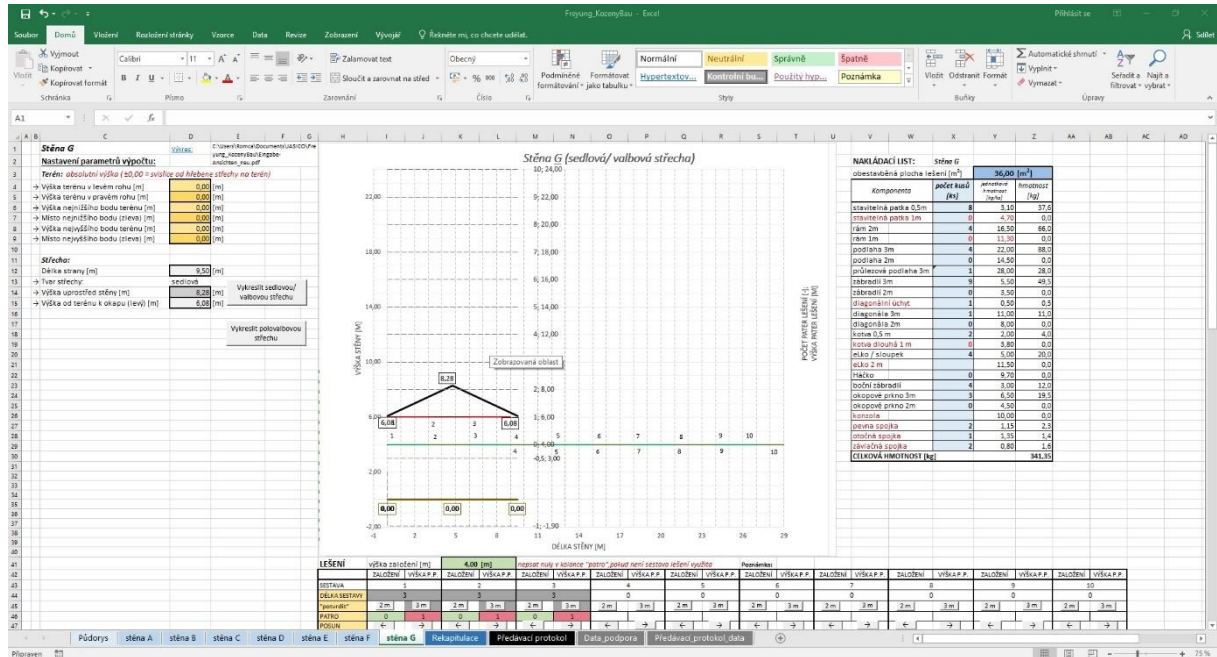
Stěna F byla štítovou stěnou. Návrh sestav lešení se odvíjel od výšky od terénu k hřebenu. Bylo potřeba navrhnout výšku podlahy posledního patra tak, aby pracovník mohl do hřebene dosáhnout. Zároveň bylo nutné myslet na krajní sestavy lešení, které měly být o patro nižší než sestavy uprostřed stěny. Problematické místo mohlo vzniknout u druhého rámu z obou stran, kde je výška podlahy 2. patra ku nabíhajícímu štítu směrem vzhůru nejvyšší. Do této výšky by měl opět pracovník dosáhnout a neměla by být vyšší než 2,3 m.



Obr. 27: Stěna F – návrh lešení (parametry na vstupu, lešení, grafické znázornění a nákladací list)

8.2.6 STĚNA G:

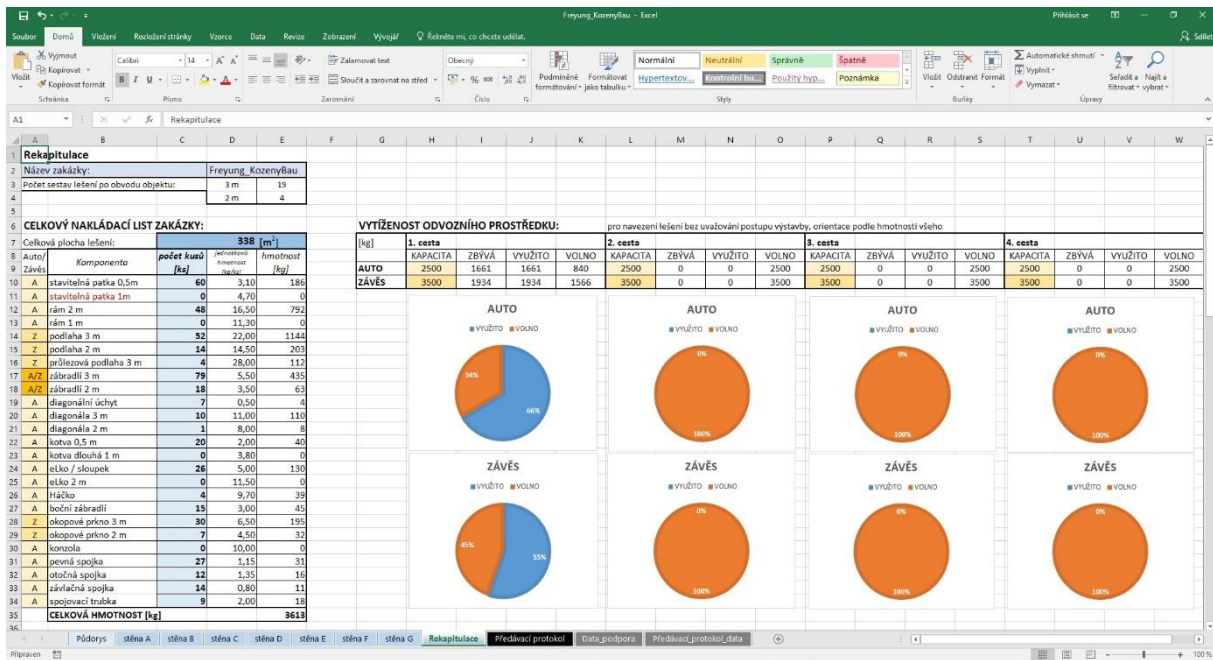
Tím byly vyřešeny všechny stěny zadané v půdorysu. Půdorys ale neumožňoval zadat druhou štítovou stěnu nad přízemním přístěnkem. Stěna byla vytvořena dodatečně jako stěna G. Počáteční hodnoty terénu a střechy zůstaly stejné jako u štítové stěny F. Výška založení stěny byla odhadnuta na 4 m, což byla zhruba výška ploché střechy přístěnku, na které se měly sestavy lešení založit. Z výkresů nebylo jasné, jak velké jsou přesahy sedlové střechy před fasádou. Nakonec bylo rozhodnuto navrhnout 3 jednopatrové sestavy o délce pole 3 m.



Obr. 28: Stěna G – návrh lešení (parametry na vstupu, lešení, grafické znázornění a nakládací list)

8.3 REKAPITULACE

Konečné součty čtverečních metrů lešení, nakládací list všech potřebných komponent pro jednotlivé stěny a zhodnocení odvozu všech komponent lešení najednou byly automaticky vygenerovány v listu Rekapitulace. Celková plocha lešení vychází na 338 m². Vzhledem k počtu potřebných komponent by měla a stačit jedna cesta autem se závěsem.



Obr. 29: Rekapitulace – název zakázky, celkové množství m², celkový nakládací list a vytiženost odvozních prostředků)

8.4 DEN MONTÁŽE LEŠENÍ

V den montáže lešení byla stavba ve fázi vnitřních kompletací a těsně před realizací fasády. Rozměry objektu odpovídaly rozměrům ve výkresu. Byl již realizován, při přípravě lešení neuvažovaný, přístřešek přidružený k rodinnému domu. Terén byl rovný. Oproti výkresu byl posazený cca o 20 cm níže pod plánovanou úroveň z důvodu skryté ornice. Střecha se zdála mít oproti výkresům větší přesahy před fasádou. Zejména z důvodu velkých přesahů střechy před fasádou a přítomnosti přístřešku bylo nutné skladbu lešení operativně upravit na stavbě.

Přiložené fotografie zachycují konečný výsledek montáže lešení na stavbě, zhotoveného podle plánu vytvořeným v programu pro plánování lešení s menšími operativními úpravami.

8.4.1 STĚNA A



Obr. 30: Stěna A – Montáž byla provedena podle plánu.

8.4.2 STĚNA B A STĚNA C



Obr. 31: Stěna B – Během montáže bylo 2. patro namísto 2 m podlahy opatřeno 3 m podlahou s přesahem na plochu střechu přístěnku.

Stěna C – Montáž byla provedena podle plánu

8.4.3 STĚNA D A STĚNA G



Obr. 32: Stěna D: Montáž byla provedena podle plánu

Stěna G – Během montáže byly z důvodu velkých přesahů střechy místo tří jednopatrových sestav lešení postaveny dvě jednopatrové sestavy lešení.

8.4.4 STĚNA E



Obr. 33: Stěna E – Montáž sestav nad přístřeškem byla na místě operativně upravena tak, aby bylo možné z druhého patra lešení přejít na střechu přístřešku, odkud pracovníkům umožněno bez problému dále pracovat.



Obr. 34: Stěna E – Detailní záběr řešení

8.4.5 STĚNA F



Obr. 35: Stěna F – Sestavy lešení byly posunuty o 0,5 m doprava z důvodu kolize se střechou přístřešku vlevo. Kvůli tomu nebylo možné na jednom místě umístit sloupek zábradlí v nejvyšším patře. Namísto něj byla použita kotva a závlačná spojka.

8.5 VYHODNOCENÍ NAPLÁNOVANÉHO A REÁLNĚ POSTAVENÉHO LEŠENÍ

Plocha reálně postaveného lešení (330 m²) se od plochy lešení vypočítané v programu pro přípravu lešení (338 m²) lišila o 8 m², což činí odchylku necelé 2,5 %.

Odchylka od plánu nastala změnou počtu sestav u štítové stěny B a G z důvodu velkých přesahů střechy, které namísto 3 x 3 m sestav umožňovali montáž pouze 2 x 3 m sestav na ploché střeše přístěnku. Další změna nastala u stěny E, kde v plánu nebyl uvažovaný přístřešek, který ovšem v den stavby lešení již byl zhotoven, proto bylo řešení na stavbě upraveno a tím došlo ke změně plochy lešení.

Při porovnání počtu plánovaných komponent a komponent reálně použitých jsou vidět rozdíly. Zásadní je, že příprava lešení pomocí programu pro přípravu lešení proběhla na straně bezpečnosti z hlediska počtu všech komponent s malou odchylkou od reálně použitých komponent, což znamená, že lešení bylo možné bez problému postavit, ačkoliv by nutně v den montáže „improvizovat“. Největší rozdíly jsou mezi „malými“ komponentami jako jsou spojky, boční zábradlí a kotvy. To jsou komponenty, které se pro jistotu vozí ve větším množství.

Komponenta	Celkem			Jednotlivé stěny													
	Počet kusů [ks]			A		B		C		D		E		F		G	
	Program	Realně	Rozdíl	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real
stavitelná patka 0,5m	60	58	2	10	10	4	4	6	6	8	8	14	14	10	10	8	6
rám 2 m	50	46	4	10	10	4	3	3	3	4	4	12	10	13	13	4	3
podlaha 3 m	52	52	0	12	10	0	2	4	4	4	6	12	10	14	18	4	2
podlaha 2 m	16	10	6	4	4	4	2	0	0	0	0	8	4	0	0	0	0
průlezová podlaha 3 m	4	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3	1	1	1
zábradlí 3 m	79	79	0	15	15	0	2	6	6	9	9	16	16	24	24	9	7
zábradlí 2 m	20	14	6	5	5	5	3	0	0	0	0	10	6	0	0	0	0
diagonální úchyt	7	6	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
diagonála 3 m	10	10	0	2	2	0	0	1	1	1	1	2	2	3	3	1	1
diagonála 2 m	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kotva 0,5 m	20	13	7	5	3	2	1	2	0	2	0	6	3	6	3	2	3
eLko / sloupek	26	22	4	5	4	2	1	3	2	4	4	5	4	3	4	4	3
Háčko	4	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	2	1	0	0
boční zábradlí	16	6	10	6	2	6	0	4	1	4	1	4	1	6	1	4	0
okopové prkno 3 m	30	28	2	6	6	0	0	2	2	3	3	6	5	10	10	3	2
okopové prkno 2 m	8	2	6	2	2	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
pevná spojka	30	12	18	4	2	4	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	0
otočná spojka	13	2	11	2	0	2	2	1	0	1	0	1	0	2	0	1	0
závlačná spojka	15	0	15	4	0	4	0	2	0	2	0	2	0	4	0	2	0
spojovací trubka	10	6	4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0

Tab. 3: Porovnání plánovaného a reálně použitého počtu komponent. Rozdělení je provedeno jak pro celkovou zakázku, tak pro jednotlivé stěny.

NĚMECKÝ - FRETUNGS - KOZEANYBAU

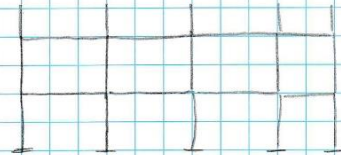
330 m²

- SXX 330 m²

→ ODCHYLKAcca 2,5%

STĚNA A :

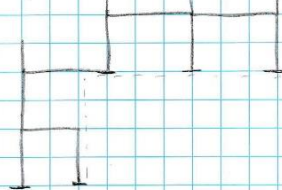
66 m² ✓



STĚNA B a G : - STĚNA

38 m²

(8 + 30)



STĚNA C :

24 m² ✓



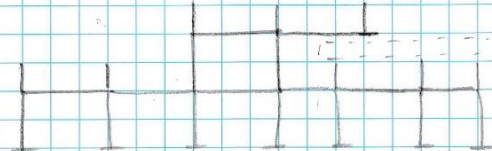
STĚNA D :

36 m² ✓



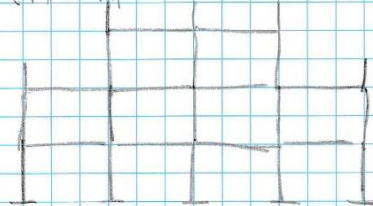
STĚNA E :

82 m²



STĚNA F : - STĚNA

84 m² ✓



Obr. 36: Náčrt lešení, jak bylo reálně postaveno s vyhodnocením odchylky od výpočtu v programu

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo vytvořit program pro přípravu rámového lešení, který bude schopen praktického využití. Nejprve bylo provedeno všeobecné pojednání o problematice rámového lešení, včetně důležitých zásad pro dodržení správných postupů jak montáže a demontáže, tak přípravy lešení. Na to bylo navázáno analýzou potřeb zhotovitelů rámového lešení, zaměřenou zejména na přípravnou fázi před montáží samotného lešení, kde byla otevřeno téma softwarů pro přípravu lešení. Následně byly analyzovány možnosti a funkce profesionálních lešenářských softwarů. Nezávisle na lešenářských softwarech byl autorem vytvořen program pro přípravu lešení. Orientace v programu a postup výpočtu byl popsán vývojovými diagramy, vše bylo doplněno obrázky přímo z programu. Následně bylo provedeno porovnání funkcí profesionálních softwarů vs. vytvořeného programu.

Bylo zjištěno, že autorem vytvořený program pro přípravu lešení, napsaný v softwaru MS Excel nedokáže plně konkurovat profesionálním softwarům, ale může být velmi užitečným pomocníkem pro zpracování cenové nabídky i přípravu zakázky středně velkého lešení, o čemž svědčí i jeho praktické využití na konkrétní stavbě rodinného domu.

Vytvořený program v praxi ukázal, že je použitelný. Kdyby se pro vytvořený program podařilo vyvinout vlastní platformu, díky které by bylo možné posílit jeho slabé stránky, bylo by možné pomýšlet nad jeho komerčním využitím.

V následující tabulce jsou uvedeny silné stránky a slabé stránky vytvořeného programu pro plánování lešení, které určil sám autor při práci s programem.

Program pro přípravu lešení	
Silné stránky	Slabé stránky
- Možné otevřít v kancelářských programech Office Excel	- Omezená délka polí lešení (jen pro 2 m a 3 m pole)
- Minimální HW náročnost	- Absence šikmého kreslení v půdorysu
- Zabírá málo místa na harddisku	- Zohlednění předsazené konstrukce
- Plánování lešení v rastru	- Absence návrhu kotevního rastru a diagonálního ztužení
- Možnost uživatelské aktualizace - úprava podle vlastních potřeb pomocí Excel funkcí	- Velké množství uživatelských úkonů oproti profesionálním softwarům
- Zohlednění vytiženosti odvozních prostředků	- Nemožnost vložení fotografie přímo do grafu
- Případná pořizovací cena	- Propojení s CAD

Tab. 4: Porovnání silných a slabých stránek programu pro přípravu lešení

POUŽITÁ LITERATURA:

- [1] DIN 4420-1, Arbeits- und Schutzgerüste – Teil 1: Schutzgerüste – Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung, Berlin, Beuth Verlag GmbH, 2004
- [2] ČSN EN 12 811-1, Dočasné stavební konstrukce – Část 1: Pracovní lešení – Požadavky na provedení a obecný návrh, Praha, Český normalizační institut, 2004
- [3] ČSN EN 12 810-1, Fasádní dílcová lešení – Část 1: Požadavky na výrobky, Praha, Český normalizační institut, 2004
- [4] ČSN EN 12 810-2, Fasádní dílcová lešení – Část 2: Zvláštní postupy při navrhování konstrukce, Praha, Český normalizační institut, 2004
- [5] ČSN 73 8101, Lešení. Společná ustanovení, Praha Český normalizační institut, 2005
- [6] Dolejš, J. – Vlasák, M. - Škréta, K. – Pícek, Z.: Navrhování konstrukcí z lešení 1, Praha: ČVUT
- [7] Českomoravská komora lešenářů, o.s.: LEŠENÁŘ (nepravidelný bulletin), Praha, ČMKL, o.s.