

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA  
STAVEBNÍ  
KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



**BAKALÁŘSKÁ  
PRÁCE**

**DIGITALIZACE KONTROLNÍHO  
A ZKUŠEBNÍHO PLÁNU NA VYBRANÉ  
KONSTRUKCI**

**2024**

**ROMAN  
ŠMÍDL**

**VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:  
ING. ARQUITECTO TÉCNICO  
TOMÁŠ VÁCHAL, PH.D.**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne .....

.....

**Roman Šmíd**

### **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat Ing. A. T. Tomáši Váchalovi, Ph.D. jako vedoucímu své bakalářské práce za cenné a užitečné rady při konzultacích, a především za vstřícnost a čas. Dále patří mé díky pánům Ing. Lacinovi a Ing. Arch. Kolářovi za praktické rady v programu Dalux. Nejvíce ze všeho bych rád poděkoval rodině a své fotografce, korektorce a největší podpoře v jedné osobě za trpělivost a obětavost.

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Šmídl** Jméno: **Roman** Osobní číslo: **501717**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra technologie staveb**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Specializace: **Příprava, realizace a provoz staveb**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Digitalizace kontrolního a zkušebního plánu na vybrané konstrukci**

Název bakalářské práce anglicky:

**Digitization of inspection and test plan on the selected structure**

Pokyny pro vypracování:

Rešerše aktuálního stavu poznání z hlediska digitalizace KZP (Průzkum trhu s aplikacemi, které se snaží zjednodušit kontrolu kvality ve stavebnictví) a porovnání jejich funkcionalit  
Návrh převodu kontrolního a zkušebního plánu z textové/papírové podoby do digitální podoby ve formě aplikace s možností zapisování zaměřených parametrů.  
Součástí je následné srovnání a vyhodnocení obou metod.

Seznam doporučené literatury:

Technické normy ČSN, technologické předpisy výrobců, technické manuály aplikací

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. A. T. Tomáš Váchal, Ph.D. katedra technologie staveb FSv**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **20.02.2024** Termín odevzdání bakalářské práce: **20.05.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

Ing. A. T. Tomáš Váchal, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Pavel Svoboda, CSc.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

## **Obsah**

|  |           |
|--|-----------|
| Úvod .....   | 10        |
| <b>1 Kontext, vymezení problému a objasnění základních pojmů ...</b> | <b>11</b> |
| 1.1. Úvod do problematiky .....                                      | 11        |
| 1.2. Definice kvality .....  | 12        |
| 1.3. Norma ISO 9001:2015 (ČSN EN ISO 9001: 2016) .....               | 14        |
| 1.4. Vývoj managementu kvality.....                                  | 15        |
| 1.4.1. Předchůdci managementu kvality .....                          | 15        |
| 1.4.2. Rozvoj koncepce řízení kvality .....                          | 16        |
| 1.4.3. Moderní přístupy k managementu kvality .....                  | 19        |
| 1.5. PDCA metoda (Demingův cyklus).....                              | 20        |
| 1.6. Kontrolní a zkušební plán – koncept a význam.....               | 23        |
| 1.7. Metody kontrol .....  | 28        |
| 1.8. BIM – Digitalizace .....  | 30        |
| 1.8.1. Úvod .....  | 30        |
| 1.8.2. Definice BIM .....  | 30        |
| 1.8.3. Funkce a výhody práce s BIM modelem .....                     | 32        |
| 1.8.4. Důležité pojmy a zkratky.....                                 | 33        |
| 1.8.5. Shrnutí .....   | 35        |
| 1.9. Průmysl 4.0.....  | 36        |
| 1.10. Stavebnictví 4.0.....  | 37        |
| <b>2 Rešerše trhu s aplikacemi.....</b>                              | <b>39</b> |
| 2.1 Programy a aplikace s databází KZP .....                         | 39        |
| 2.1.1 Contec.....  | 39        |
| 2.1.2 Tabulkové a textové editory.....                               | 41        |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.1.3 | Vývoj vlastní aplikace.....                                 | 41 |
| 2.2   | Programy a aplikace pro řízení a kontrolu kvality na stavbě | 41 |
| 2.2.1 | Dalux.....  | 42 |
| 2.2.2 | Fieldwire .....   | 44 |
| 2.2.3 | Autodesk build a BIM 360.....                               | 45 |
| 2.2.4 | PlanRadar.....  | 46 |
| 2.2.5 | Další aplikace .....  | 47 |
| 2.3   | Srovnání aplikací pro kontrolu kvality na stavbě.....       | 48 |
| 3     | Digitalizace kontrolního a zkušebního plánu .....           | 49 |
| 3.1   | Nastavení lokace se zónami .....                            | 49 |
| 3.2   | Definování účastníků (pracovní balíčky).....                | 51 |
| 3.3   | Tvorba formuláře pro naměřené hodnoty .....                 | 53 |
| 3.4   | Tvorba KZP.....   | 56 |
| 4     | Provedení vybraných kontrol a měření.....                   | 60 |
| 4.1   | Popis vybraných konstrukcí.....                             | 60 |
| 4.2   | Popis průběhu měření a kontroly .....                       | 61 |
| 4.2.1 | Kontrola a měření podlahy .....                             | 62 |
| 4.2.2 | Kontrola a měření omítek .....                              | 63 |
| 5     | Zápis naměřených hodnot a vyhodnocení kontrol.....          | 64 |
| 5.1   | Zápis a vyhodnocení v Daluxu.....                           | 64 |
| 5.2   | Zápis a vyhodnocení bez aplikace.....                       | 66 |
| 6     | Diskuse.....  | 68 |
| 6.1   | Porovnání procesů kontroly běžným způsobem a v aplikaci     | 68 |
| 6.2   | Zhodnocení silných stránek a omezení digitalizace.....      | 69 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Závěr.....</b>                           | <b>71</b> |
| <b>Zdroje a použitá literatura .....</b>    | <b>72</b> |
| <b>Normy.....</b>                           | <b>72</b> |
| <b>Závěrečné práce.....</b>                 | <b>72</b> |
| <b>Přednášky .....</b>                      | <b>73</b> |
| <b>Použité elektronické dokumenty .....</b> | <b>73</b> |
| <b>Použitá tištěná literatura .....</b>     | <b>76</b> |
| <b>Seznam obrázků .....</b>                 | <b>76</b> |
| <b>Seznam tabulek .....</b>                 | <b>78</b> |
| <b>Seznam příloh.....</b>                   | <b>78</b> |

## **Anotace**

### ***Digitalizace kontrolního a zkušebního plánu na vybrané konstrukci***

Bakalářská práce se zabývá problematikou digitalizace ve stavebnictví, především v oblasti kvality a kontrolních a zkušebních plánů. Dále vysvětluje základní pojmy týkající se oblastí kvality, BIMu a digitalizace, představuje některé stěžejní osobnosti pro řízení jakosti, jejichž myšlenky a principy dodnes fungují a využívají se po celém světě. Autor se v ní také věnuje trhu s aplikacemi pro kontrolu kvality, které krátce hodnotí. Jedním z hlavních cílů je implementovat kontrolní a zkušební plán do jedné z aplikací a zkontrolovat pomocí něj vybranou konstrukci. Tuto zkušenost autor v poslední části zhodnotí.

#### **Klíčová slova:**

Kvalita, digitalizace, kontrolní a zkušební plán, Dalux



## **Abstract**

### ***Digitization of inspection and test plan on the selected structure***

The bachelor thesis deals with the issue of digitization in construction, primarily in the area of quality and inspection and test plans. It also explains basic concepts related to quality, BIM, and digitization, and introduces some key figures in quality management, whose ideas and principles are still functioning and utilized worldwide. The author also focuses on the market of quality control applications, briefly evaluating them. One of the main objectives is to implement an inspection and test plan into one of the applications and check a selected construction using it. The author evaluates this experience in the final section.

#### **Keywords**

Quality, digitization, inspection and test plan, Dalux

## Úvod

Digitalizace se stává klíčovým prvkem v mnoha odvětvích, a to i v oblasti stavebního inženýrství. Moderní technologie nabízejí nové možnosti pro zefektivnění procesů a zlepšení výkonu v oblasti plánování, sledování a kontroly kvality ve stavebnictví. Jednou z důležitých oblastí, která může být zasažena a zlepšena digitalizací, jsou kontrolní a zkušební plány a celkově kvalita.

Ve své práci popíši, jak je kvalita vnímána a co vlastně znamená kontrolní a zkušební plán. Zaměřím se na historii řízení kvality a její osobnosti v čase. Následně se pokusím nastínit představu o digitalizaci a digitálních technologiích, s čímž souvisí i základní pojmy. Dále bude provedena rešerše vhodných softwarových nástrojů a technologií, které mohou být použity k digitalizaci kontrolního a zkušebního plánu.

Práce se v praktické části věnuje přípravě a implementaci digitálního kontrolního a zkušebního plánu na konkrétní stavební konstrukci. Budou předvedeny možnosti digitálních technologií pro zlepšení efektivity a dostupnosti samotné kontroly.

Výsledkem bude zhodnocení implementace digitálního kontrolního a zkušebního plánu na vybrané konstrukci a posouzení jeho přínosů v porovnání s tradičními současnými metodami. Závěrečná část práce se proto bude soustředit na diskusi výsledků, doporučení pro budoucí využití digitalizace v oblasti kontroly kvality ve stavebnictví a možnosti dalšího navázání.

Tato práce by měla přispět k lepšímu porozumění možnostem a výhod digitalizace kontrolního a zkušebního plánu ve stavebnictví a poskytne praktické poznatky pro lidi, kteří se zajímají o zlepšení procesů kontroly kvality a efektivity výstavby.

# **1 Kontext, vymezení problému a objasnění základních pojmů**

## **1.1. Úvod do problematiky**

Rozhodl jsem se zvolit si téma digitalizace kvality ve stavebnictví z mnoha důvodů. Jedním z nich určitě je, že ho považuji za velmi aktuální a relevantní vzhledem k dnešní době. Každý, kdo pracuje ve stavebním průmyslu se každodenně setkává s různými aspekty této problematiky na různých stavbách a zakázkách. Jako rozpočtář a přípravář se často potýkám s výzvami spojenými s digitalizací, především v souvislosti s množstvím různých formátů podkladů, které obdržím od různých firem, subdodavatelů a subjektů. Každý z těchto účastníků má své vlastní postupy a standardy, které používá při výměně a sdílení informací a dokumentace.

Kvalitu mimo jiné vnímám jako hlavní pilíř každého sebemenšího projektu, protože pokud ji zanedbáme (z mé zkušenosti se to stává ať už úmyslně nebo nevědomky až nebezpečně často), doběhne nás to s časem a následky pro nás mohou být fatální. Kontrolní a zkušební plán, jemuž se hodlám věnovat detailněji v této práci, je jedním z prostředků, jak požadovanou kvalitu objednateli doručit a dosáhnout tak oboustranné spokojenosti. I proto mě spojení digitalizace a kvality zaujalo a chci ho hlouběji prozkoumat.

Jedním z hlavních aspektů, který bych rád zdůraznil, je potřeba efektivní kombinace kvality, jednoduchosti a rychlosti předání informací v rámci celého procesu. Jako přípravář se snažím připravit podklady a dokumentaci v kanceláři tak, aby byly jednoduše a srozumitelně předány na stavbu a použitelné v digitální podobě. V dnešní době je schopnost rychle, spolehlivě a bezchybně předávat informace klíčová pro úspěšné dokončení stavebních projektů tak, jak investor požaduje, tzn. v co nejkratším časovém úseku a většinou za co nejvýhodnější (nejnižší) náklady. Ideálním cílem je taková struktura a sdílení dat, která

umožní rychlou kontrolovatelnost, a to v takovém formátu, který je pro většinu účastníků projektu srozumitelný a snadno zpracovatelný, protože ne všichni disponují špičkovým vybavením, ať už se to týká toho hardwarového nebo softwarového či úrovně školení jednotlivých účastníků.

Při výběru softwarových nástrojů, programů a aplikací, ve kterých jsem pracoval při vypracovávání své bakalářské práce, jsem se snažil zaměřit na ty, které nejenom usnadní práci mně samotnému, ale také budou přínosem pro ostatní uživatele a zapojené subjekty ve stavebních procesech. Cílem je maximalizovat pohodlí a efektivitu všech účastníků projektu a přispět tak k lepšímu průběhu a výsledkům stavebních projektů v digitální éře, která nás ne zrovna pomalu ale zato jistě pohlcuje.

## **1.2. Definice kvality**

Kvalita je klíčovým konceptem ve stavebnictví, a to jak z hlediska technického, tak i ekonomického. Kvalitní stavba je ta, která splňuje všechny požadavky na funkčnost, bezpečnost, estetiku a užitnou hodnotu. K dosažení a udržení kvality je nutné zavést a implementovat systém managementu kvality, který zahrnuje řadu procesů a nástrojů.

Kvalita ve stavebnictví může být definována jako souhrn vlastností a charakteristik stavby, které splňují specifické požadavky a očekávání klienta. Tyto vlastnosti a charakteristiky zahrnují:

- **Funkčnost:** Stavba musí plnit svůj zamýšlený účel a splňovat všechny funkční požadavky.
- **Bezpečnost:** Stavba musí být bezpečná pro uživatele i pro okolní prostředí.
- **Estetika:** Stavba musí splňovat estetické požadavky klienta a zapadat do okolního prostředí.
- **Užitná hodnota:** Stavba musí být pohodlná a užitečná pro uživatele.

V České republice se někdy rozlišuje mezi pojmy „kvalita“ a „jakost“. Kvalita je obecnější pojem, zatímco jakost se specificky zaměřuje na technické vlastnosti výrobku nebo služby. V oblasti stavebnictví se oba pojmy používají v zásadě synonymně.

Pro pojem kvalita také existuje spousta definic, historicky mezi ně řadíme například tyto:

- Kvalita je způsobilost pro užití. (Joseph M. Juran)
- Kvalita je shoda s požadavky. (Philip B. Crosby)
- Kvalita je to, co za ní považuje zákazník. (Armand V. Feigenbaum)
- Kvalita je minimum ztrát, které výrobek od okamžiku své expedice společnosti způsobí. (Genichi Taguchi)
- Kvalita je splnění nebo překračování očekávání zákazníka při ceně, která představuje pro zákazníka hodnotu. (H.J. Harrington)
- Kvalita je stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků. (norma ISO 9000:2000)

### **Faktory ovlivňující kvalitu**

Na kvalitu stavby má vliv mnoho faktorů, mezi které patří:

- **Kvalita materiálů:** Použité materiály musí splňovat všechny požadavky na kvalitu a vlastnosti.
- **Kvalita práce:** Práce na stavbě musí být prováděna kvalifikovanými pracovníky a v souladu s technickými normami a předpisy.
- **Kvalita managementu:** Je nutné zavést a implementovat systém managementu kvality, který zajistí dodržování všech požadavků na kvalitu.
- **Kvalita kontroly:** Je nutné provádět průběžnou kontrolu kvality materiálů, prací a konstrukcí.

Kvalita je klíčovým faktorem v oblasti stavebnictví. Pro dosažení a udržení kvality je nutné zavést a implementovat systém managementu kvality, který zahrnuje řadu procesů a nástrojů. [1][2][3]

### **1.3. Norma ISO 9001:2015 (ČSN EN ISO 9001: 2016)**

Mezinárodní standard ISO 9001:2015 respektive ČSN EN ISO 9001:2016, který prošel úpravami a nahradil ISO 9001:2008 respektive ČSN EN ISO 9001:2009, stanovuje požadavky na systém řízení jakosti. Tato norma je aplikovatelná na organizace různých velikostí a typů činností. Je to zároveň norma patřící do základní řady norem ISO 9000, které byly publikovány v roce 1987 a vychází z britských norem BS 5750 (British Standard). V roce 1994 byly provedeny některé úpravy a revize, až v roce 2000 byla vytvořena nová řada ISO 9000, která seskupuje tři standardy (ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003). Existuje několik různých označení této normy, mezi nejčastěji používané patří ISO 9001, ISO 9001:2008, ČSN EN ISO 9001:2009 a další stejně platné termíny jako QMS (Quality Management System), SŘJ (systém řízení jakosti) nebo SMK (systém managementu kvality). Podle tvůrců ISO (International Organization for Standardization) má aktuálně certifikaci dle normy ISO 9001 přes milion firem a organizací z více než 170 zemí světa.

Certifikace systému řízení organizace podle normy ISO 9001 zvyšuje důvěryhodnost organizace díky certifikátu, který je mezinárodně uznávaný. Tento proces je dobrovolný a platnost certifikátu trvá 3 roky, během nichž se provádějí pravidelné kontrolní audity.

Tato norma se zabývá nejen systémem managementu kvality, ale od roku 2015 se více zaměřuje i na spokojenost zákazníka. Je používána jako vzor pro nastavení základních řídicích procesů v organizaci, které slouží k neustálému zlepšování kvality poskytovaných výrobků nebo služeb a k dosažení spokojenosti zákazníka.

Normy jsou k dispozici skrze národní orgány, jako je například úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) v České republice. Existují veřejně dostupné seznamy certifikovaných firem i firem, jejichž certifikáty jsou neplatné. [1][2]

Tabulka 1. Struktura kapitol ISO 9001:2015

| <b>ISO 9001:2015</b>           |
|--------------------------------|
| 1. Předmět                     |
| 2. Normativní dokumenty        |
| 3. Termíny a definice          |
| 4. Systém managementu kvality  |
| 5. Odpovědnost managementu     |
| 6. Management zdrojů           |
| 7. Realizace produktů          |
| 8. Měření, analýza, zlepšování |
| 9. Hodnocení výkonu            |
| 10. Zlepšování                 |

Zdroj: ISO 9001:2015 [1]

#### **1.4. Vývoj managementu kvality**

Historie managementu kvality sahá až do 19. století a je spojena s řadou klíčových osobností a událostí, které formovaly moderní přístupy k řízení kvality v různých odvětvích včetně stavebnictví.

##### **1.4.1. Předchůdci managementu kvality**

**Frederick Winslow Taylor** (1856-1915) byl průkopníkem v oblasti vědeckého řízení a zdůrazňoval důležitost systematického přístupu k optimalizaci pracovních procesů. Usiloval o zvýšení zájmu zaměstnanců a o zvýšení produktivity a ziskovosti podniku. Tvrdil, že nejvyšší zisk je dosažen, když jsou náklady nejnižší. Tyto náklady lze

snížit šetřením kapitálu a zvýšením efektivity práce. Zaměřoval se především na organizaci práce a přišel s důležitými návrhy ohledně její optimalizace, normalizace a ergonomie. Jeho řízení se vyznačovalo technokratickým přístupem, přičemž se snažil minimalizovat zbytečné pohyby a hledat nejefektivnější postupy zejména u dělníků v masové výrobě. Managementu kladl za úkol vytvořit vhodné pracovní příležitosti a platový systém. Při výběru manažerů neboli vedoucích pracovníků zdůrazňoval devět klíčových vlastností: inteligenci, vzdělání, odborné znalosti, sílu, energičnost, pevnost charakteru, poctivost, zdravý úsudek a dobré zdraví. Jeho základní myšlenky shrnul takto: přesnost místo rutiny, harmonii místo konfliktů, spolupráci místo individuálního postupu, dosažení maximální produktivity místo minimální, podporu každého zaměstnance k dosažení maximálního výkonu a zavedení spravedlivého odměňování. Důraz kladl na plánování a kontrolu, které vyžadovaly specializované vedení. Jeho práce položila základy pro budoucí vývoj managementu kvality. [4]

**Walter A. Shewhart** (1891-1967) je známý jako otec statistického řízení procesů (SPC) a zároveň jako první čestný člen ASQ (American Society for Quality). Vyvinul základní statistické metody pro kontrolu kvality. Právě technika statistického řízení procesu (SPC) je od té doby používána v celé řadě průmyslových odvětví. Shewhart též vynalezl Kontrolní graf, který je dodnes známý také jako „Shewhartův graf“ a slouží ke studiu změn systému nebo procesu v průběhu času. Jedním z prvků úspěchu Shewharta bylo vyhledávání jiných chytrých a informovaných jednotlivců pro jejich myšlenky, ze kterých dále čerpal a zdokonaloval je. Stal se také předchůdcem a spoluautorem cyklu PDCA, na kterém se podílel i následně zmíněný W. Edwards Deming. [5]

#### **1.4.2. Rozvoj koncepce řízení kvality**

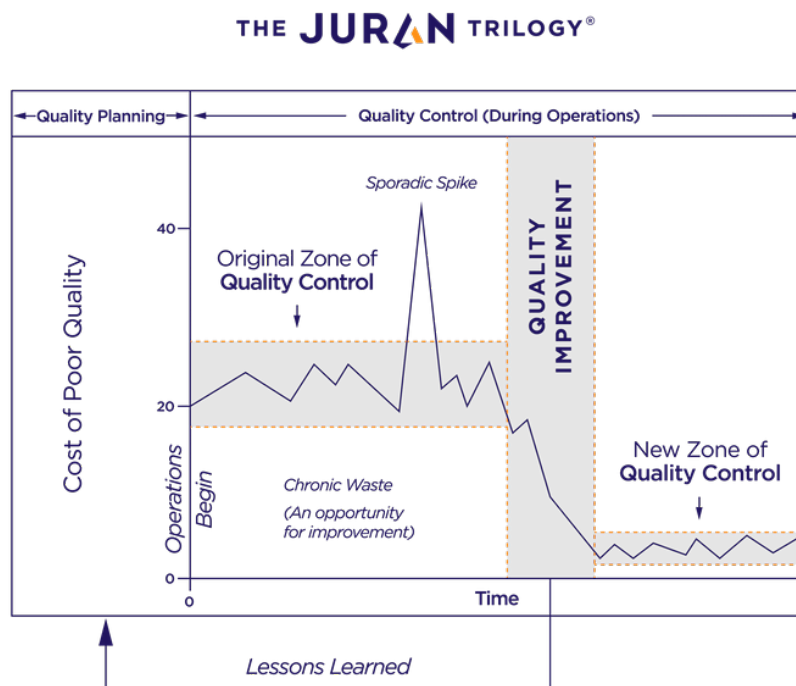
**W. Edwards Deming** (1900-1993) je považován za jednoho z nejvýznamnějších odborníků v oblasti managementu kvality. Jeho dílo bylo klíčové pro obnovu Japonska po druhé světové válce a popularizaci



konceptu kontinuálního zlepšování. Dopomohl k „zázraku japonského managementu“ a stál za zrodem „14 zásad řízení“ (manažerská pravidla). Tyto zásady zní následovně: Vytvořte stálost účelu pro zlepšení produktu a služby – neustálý růst. Klient je král. Přestaňte se spoléhat na masovou inspekci. Skončujte s praxí hodnocení obchodu pouze podle cenového štítku. Neustále a navždy zlepšujte systém výroby a služeb. Zavádějte moderní metody školení na pracovišti. Zavádějte moderní metody dohledu. Vyhánějte strach. Likvidujte bariéry mezi personálními oblastmi. Eliminujte nesmyslné číselné cíle pro pracovní sílu. Odstraňte pracovní normy a číselné kvóty. Zbavte se strachu z velkého šéfa mezi řádovými zaměstnanci. Zaveďte rázný program vzdělávání a školení, podporujte osobní rozvoj. Vytvořte situaci v top managementu, která bude každý den tlačit na výše uvedené body. Dle jeho metod existuje a používá se dodnes tzv. Demingův princip (PDCA), který je založen na čtyřech základních krocích: Plan (plánuj), Do (dělej), Check (kontroluj), Act (jednej). [6]

**Joseph M. Juran** (1904-2008) přinesl do managementu kvality koncepty jako „Cost of Quality“ a „Pareto Principle“. Juran definuje „Cost of Poor Quality“ (COPQ) jako rozdíl mezi náklady, které by zmizely, pokud by bylo všechno provedeno perfektně v procesu, poprvé a pokaždé. Jeho práce zdůrazňovala důležitost zapojení všech zaměstnanců do procesu zlepšování kvality. Paretův princip tvrdí, že 80 % výsledků pochází z 20 % příčin. Toto pravidlo tedy dává přednost 20 % faktorů, které přinesou nejlepší výsledky. Jeho principem je identifikovat nejlepší aktiva entity a efektivně je využít k vytvoření maximální hodnoty. Pro management kvality ho objevil a zužitkoval právě Juran. Zjistil totiž, že přibližně 80 % vadných kusů bylo zapříčiněno 20 % problémů při výrobním procesu. Pokud se tedy zaměříme na 20 % chyb, kvalita výrobků se zvýší o 80 %. Tzv. "Juranova trilogie" zní následovně: plánování kvality (cíle, zákaznickovy potřeby, atributy produktu, proces a kontrola), řízení kvality (hodnocení aktuálního stavu, opatření),

zlepšování kvality (infrastruktura, týmy, zdroje, motivace a opatření pro kontinuální zlepšování kvality). Juran také zavádí koncepci tří rolí při plánování kvality (zákazník, dodavatel, zpracovatel). [7]

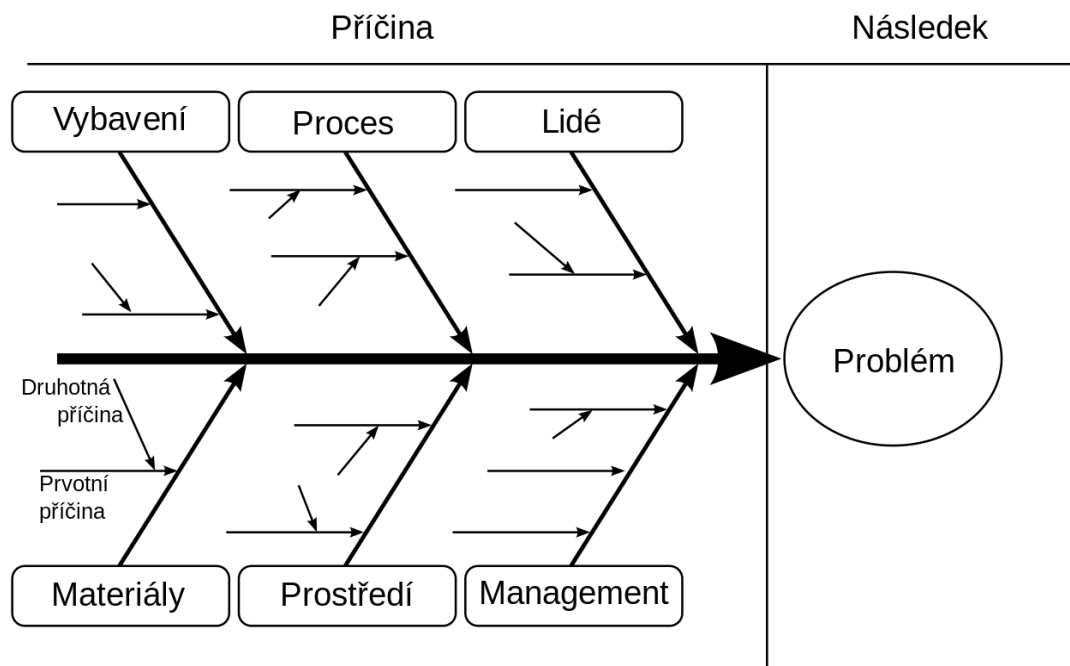


Obrázek 1: Juranova trilogie

Zdroj: [8]

**Kaoru Ishikawa** (1915-1989) se naučil základy na kontrole kvality vyvinuté Američany podobně jako celé Japonsko. Jeho nejdůležitějším přínosem je klíčová role, kterou sehrál ve vývoji specifické japonské strategie kvality. Hlavním rysem japonského přístupu je široká zapojenost do kvality, a to nejen od vrcholu až po nejspodnější patra v rámci organizace, ale také od začátku do konce v životním cyklu produktu. Je známý svou prací na rozvoji diagramu příčin a následků. Tento diagram, též Išikawův diagram nebo také Diagram rybí kosti díky svému vzhledu (anglicky fishbone diagram), řeší úlohu určení pravděpodobné příčiny problému. Je používán například při brainstormingu, během něhož jsou hledány všechny potenciální zdroje problému. Při sestavování diagramu tvoří problém hlavu pomyslné ryby

kosti a hlavní kosti vedoucí od páteře znamenají oblasti či kategorie, ve kterých se může problém nacházet. Vedlejší kosti pak znamenají konkrétní potenciální příčiny. Takto lze diagram vést ve více úrovních příčin a podpříčin, obvykle se však doporučuje použít nejvýše 2 úrovně. Jeho přístup k řízení kvality klade ve zkratce důraz na zapojení pracovníků a důkladnou analýzu příčin problémů. [9]



Obrázek 2: Fishbone diagram

Zdroj: [10]

### 1.4.3. Moderní přístupy k managementu kvality

**Philip B. Crosby** (1926-2001) přinesl koncept „Zero Defects“ a zdůrazňoval důležitost prevence chyb před vznikem. Jeho odpověď na krizi kvality byla totiž založena na principu „udělat to správně napoprvé“. To zahrnovalo čtyři hlavní principy:

- Definice kvality je soulad s požadavky (požadavky zahrnují jak výrobek, tak požadavky zákazníka).
- Systém kvality je prevence.
- Standard výkonnosti jsou nulové vady (vzhledem k požadavkům).
- Měření kvality je cena nesouladu.

Jeho přesvědčení bylo, že organizace, která stanoví dobré principy řízení jakosti, uvidí úspory, které více než pokryjí náklady na systém jakosti: „kvalita je zdarma“. Je levnější udělat to správně napoprvé, než platit za opravy a práce znovu. Crosby byl uznáván společnostmi po celém světě jako „guru“ řízení jakosti, byznys filozof a inovátor, který změnil způsob, jakým organizace usilují o dosažení větší efektivity, spolehlivosti a ziskovosti. Jeho práce ovlivnila podnikovou kulturu a důraz na zodpovědnost za kvalitu ve všech úrovních organizace. [11]

**Genichi Taguchi** (1924-2012) přinesl koncepty statistického inženýrství a designu experimentů. Je také známý pro vývoj metodiky zlepšení kvality a snížení nákladů, známé ve Spojených státech jako „Taguchiho metody“. Jeho metodologie se zaměřuje na minimalizaci variace procesů a zlepšení kvality produkce. Taguchi obdržel od císaře Japonska v roce 1986 Indigovou stuhu za svůj vynikající přínos japonské ekonomice a průmyslu. V tomto roce také obdržel Medaili Willarda F. Rockwella od Mezinárodního technologického institutu za kombinaci inženýrských a statistických metod k dosažení rychlých zlepšení nákladů a kvality optimalizací návrhu produktu a výrobních procesů. [12]

Vývoj managementu kvality byl formován prací významných osobností a jejich přínosy k moderním přístupům k řízení kvality. Díky jejich práci a důrazu na systémový přístup k řízení a zlepšování kvality je dnes management kvality nezbytným aspektem v každém odvětví, včetně stavebnictví. Jejich myšlenky a metodiky ovlivňují organizace po celém světě a jsou klíčovými prvky pro dosažení excelence v kvalitě a konkurenceschopnosti na trhu.

### **1.5. PDCA metoda (Demingův cyklus)**

Jak název napovídá, a i bylo popsáno v předchozím textu, PDCA cyklus byl vytvořen doktorem W. Edwardsem Demingem, jenž je uznáván jako autor mnoha moderních metod v oblasti řízení kvality. Avšak sám Deming připisuje autorství této problematiky svému duchovnímu otci

Walteru A. Shewhartovi (odtud Shewhartův cyklus). Později v průběhu své kariéry Deming modifikoval cyklus PDCA (plan, do, check, act) na PDSA (plan, do, study, act). Cítil totiž, že slovo „check“ příliš klade důraz na kontrolu nad celkovou analýzou, nahradil ho tedy slovem „study“ (nastuduj). [5][6]



Obrázek 3: Demingův cyklus

Zdroj: [13]

**Naplánuj (Plan)** V prvním kroku celého cyklu je na základě předchozího posouzení stávajících podmínek provedeno stanovení cílů, obvykle s cílem napravit předchozí nedostatky. Součástí tohoto procesu je identifikace potřebných úkolů, opatření, nástrojů a procesů nutných k dosažení stanovených cílů. Plán by měl obsahovat konkrétní návrhy řešení a vybraná řešení by měla být připravena k realizaci. Důležitou

součástí je také zajištění kvalifikovaných pracovníků pro obsazení projektu.

**Proved' (Do)** Další krok zahrnuje provádění plánu, který byl vypracován, přičemž dochází k provedení navrhovaných řešení a implementaci nových procesů. Současně se sbírají a měří data nebo výsledky realizace pro jejich další zpracování v následujících fázích. Žádná provedená změna není prováděna bez odpovídající dokumentace.

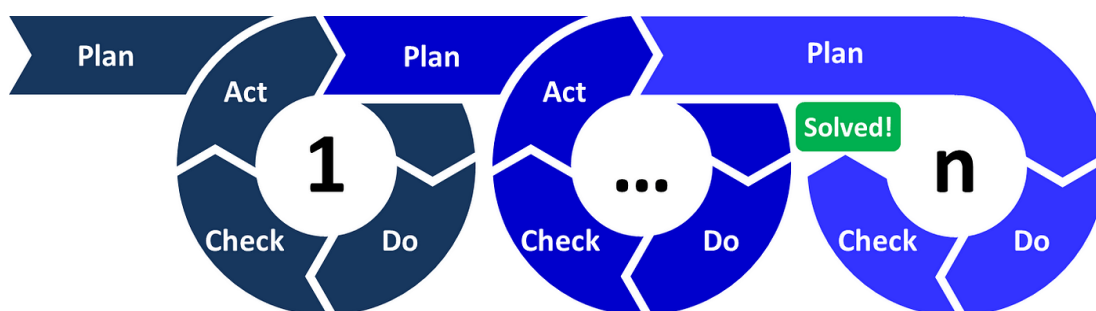
**Ověř (Check)** Fáze ověření je zaměřena na kontrolu a analýzu dat shromážděných v předchozí fázi. Skutečné výsledky jsou porovnávány s očekávanými výsledky, aby se zjistily případné rozdíly. Zkoumají se odchylky mezi provedením a plánem, a na základě skutečných výsledků se posuzuje vhodnost a úplnost plánu pro dosažení celkového zlepšení. Důležitou roli zde hraje možnost grafického zobrazení dat z několika následujících cyklů, což usnadňuje sledování trendů a poskytuje důležité informace pro další kroky. Tyto informace jsou klíčové pro další postup.

**Jednej (Act)** Poslední fáze cyklu, nazvaná jednání neboli akce, uzavírá celý proces. Je postavena na jednoduchém a logickém principu. Pokud analýza ve fázi ověření prokáže, že provedení plánu přineslo pozitivní výsledky a zlepšilo původní standard, pak se tento postup stanoví jako nový standard, podle kterého bude organizace nadále pracovat. V opačném případě, kdy ověření neprokáže žádné zlepšení oproti původnímu standardu, není přecházeno na nový standard a způsob řízení zůstává stejný. Není neobvyklé, že fáze ověření odhalí neočekávané situace, se kterými původní plán nepočítal. Bez ohledu na to, zda jsou tyto situace pozitivní nebo negativní, není vhodné je trvale začlenit. Namísto toho je třeba je začlenit do nového cyklu PDCA a detailně je prozkoumat. Každá změna tedy musí být nejprve detailně naplánována, realizována, ověřena a až po prokázání jejího přínosu uvedena v nový standard.

Jak vyplývá z popsaných postupů, základní princip vědecké metody PDCA spočívá v její cykličnosti. Bez ohledu na to, zda je plán

z cyklu přijat nebo zavržen, následuje nový cyklus, který vychází z nových poznatků z předchozího cyklu. Tento neustálý cyklus PDCA se opakuje, což organizaci postupně směřuje k dosažení cíle – optimálního provozu a vysoké kvality výstupů výroby.

Sám Deming stále zdůrazňoval právě opakovatelnost jako klíč ke zdokonalení systému. Proto by PDCA cyklus měl být opakovaně aplikován v postupném zvyšování poznatků o systému, který je zaměřen na určený cíl. Každý cyklus by měl posunout organizaci blíže k tomuto cíli než ten předchozí. Lze si to představit jako pružinu, kde každý nový cyklus představuje další smyčku, která posouvá vědomosti o systému dále. Tento přístup vychází z přesvědčení, že naše znalosti a dovednosti jsou omezené, ale mohou být zlepšovány. Zvláště na začátcích nových projektů nemusí být klíčové informace známy. PDCA však poskytuje zpětnou vazbu k počátečním předpokladům a zvyšuje povědomí o potenciálních problémech. Je jasné, že tato metodologie je základním stavebním kamenem pro zajištění dostatečného stupně splnění požadavků, tedy kvality, v jakémkoliv podniku, kde se plánuje, realizuje a následně kontroluje. Zároveň může mít přesah do různých odvětví a aspektů každodenního lidského života. [14][15]



Obrázek 4: Opakovaný cyklus PDCA

Zdroj: [16]

### **1.6. Kontrolní a zkušební plán – koncept a význam**

Kontrolní a zkušební plán (KZP) je klíčovým dokumentem při přípravě staveb, jak z pohledu dodavatelů, tak z pohledu investora.

Obsahuje detailní specifikace všech kontrol kvality produktů v rámci jednotlivých fází stavebních procesů, včetně požadovaných přejímek a písemných osvědčení určitých vlastností výrobků, které je nutné předložit při přebírání díla. Obsahuje také informace o povaze a metodách kontroly, odpovědné osobě za kontrolu, četnosti a harmonogramu kontrolních aktivit a také dle jaké dokumentace či norem kontrola probíhá. [17]

Před vytvořením kontrolního a zkušebního plánu a započítáním samotných kontrol na dané stavbě, úseku nebo v rámci konkrétní činnosti je klíčové zodpovědět řadu otázek, které tvoří základní pilíř celého procesu kontroly. Tyto otázky určují konečný výsledek dokončené stavby nebo procesu. Je rovněž důležité přesně určit osobu odpovědnou za provedení práce a zajistit, aby byla seznámena s danou problematikou. Tímto způsobem je možné předejít komplikacím během realizace stavby, minimalizovat potenciální nadměrnou práci a zamezit vzniku vícenákladů stavby.

**CO?** → Co bude předmětem kontroly? Přesné definování předmětu kontroly má potenciál výrazně snížit zbytečné náklady v podobě finančních prostředků, času a personálu. Není totiž možné zkontrolovat pravidelně všechny možné parametry.

**ČÍM?** → Čím? Jaké nástroje a pomůcky použijeme? Kontroly a zkoušky vyžadují rozmanitá měřidla, zařízení a pomůcky.

**KDE?** → Kde se bude kontrola provádět? Je ideální, aby byla kontrola realizována co nejbližší místu výroby. Čím více je kontrola vzdálena od místa výroby daného parametru, tím se zvyšují logistické obtíže a ztráty, pokud se ukáže, že kontrola neproběhla úspěšně.

**KDO?** → Kdo bude provádět kontrolu? Preferovaným případem je, když kontrolu vykoná pracovník přímo zapojený do výrobního procesu, který má povědomí o kvalitě zpracování a schopnost posoudit kritéria



přijatelnosti výsledků procesu. V případě potřeby speciální kvalifikace nebo časově náročné kontroly se využívají služby kontrolorů kvality.

JAK? → Jak bude kontrola a zkoušky prováděny, jaká budou kritéria hodnocení a jak postupovat v případě neúspěchu kontroly, aby byla další kontrola úspěšná. [18]

Kontrolní a zkušební plán (KZP) by měl být vypracován individuálně pro každou stavbu. Obvykle se připravuje během fáze výrobní přípravy, ale může být vytvořen i dříve na požádání investora v rámci výběrového řízení nebo pro začlenění do smlouvy o dílo. Nicméně zajištění kvality není pouze omezeno na fáze předvýrobní a výrobní přípravy stavby; probíhá také během samotné realizace stavby a po jejím dokončení při užívání. KZP je také součástí širšího, pro kvalitu podstatného dokumentu, kterým je plán kvality. [19]

### **Plán kvality**

Stavební společnost, která má smlouvu na realizaci stavby, stává se tedy zhotovitelem, před zahájením výstavby vypracuje a předá investorovi plán kvality. Plán kvality je dokument, který určuje, jaké postupy a zdroje se musí použít, kde a kdy při konkrétním projektu, produktu nebo procesu. V případě stavební firmy, která staví určitou stavbu nebo pracuje na její části, se tyto plány obvykle skládají z:

- stanovení kvalitativních cílů, kterých chtějí dosáhnout
- definování zodpovědnosti a pravomocí za plán kvality
- určení postupů a metod
- určení vhodných kontrolních a zkušebních plánů nebo postupů
- metodiky hodnocení

Je důležité, aby všechny činnosti byly řádně zdokumentovány a dokumenty byly archivovány. Mezi nejdůležitější dokumenty na stavbách patří technologické předpisy nebo postupy, které detailně popisují průběh prací v souladu s platnými normami. Tyto postupy

zahrnují také bezpečnost a ochranu zdraví při práci (BOZP) a ochranu životního prostředí (EMS).

Obsah plánu kvality:

1. základní informace o stavbě a staveništi
2. účastníci výstavby – jejich pravomoci a odpovědnosti
3. organizační struktura pro zabezpečení kvality stavby
4. smluvní dokumenty
5. popis systému pro zabezpečení kvality na stavbě
6. související dokumenty (projektová dokumentace, rozpočet, harmonogram výstavby, situaci POV (plán organizace výstavby) a výkresy zařízení staveniště, technologické postupy/technologické předpisy, potřebné technické normy) [20]

#### **Rozdílná kvalita zpracování KZP**

Větší stavební firmy využívají interní databáze k vytvoření vlastních kontrolních a zkušebních plánů, které pak používají při různých projektech. K tomuto účelu využívají speciální software, jako je například modul harmonogramu kontrol a zkoušek v programu CONTEC. Naopak menší stavební společnosti často nemají přístup ke specializovaným programům, a proto vytvářejí své KZP pomocí běžných textových editorů (např. Microsoft Office – Excel/Word). Bohužel, tyto vlastní KZP často trpí nedostatečnou kvalitou. Tomuto programu a tématu se budu hlouběji věnovat v dalších kapitolách.

|                  |                                  |                      |                   |
|------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------|
| <b>METROSTAV</b> | <b>Kontrolní a zkušební plán</b> | Číslo zakázky: ..... | <b>KZP: .....</b> |
| Divize: .....    |                                  | Název zakázky: ..... |                   |
|                  |                                  | <b>Název KZP</b>     |                   |
|                  |                                  | Strana 1 z 1         |                   |

Tento KZP je určen pro provádění: (Pozn.: Stručný popis technologie převzít z Technologického postupu nebo z Technologického předpisu – povinný zápis)

| Pol  | Kontrolovaný proces/činnost                         | Kontrola, zkouška, konstrukce, prvek  | Rozsah, místo, způsob a minimální četnost kontrol   | Požadovaná kritéria, hodnoty, tolerance   | Záznam   | Odpovědný pracovník   |
|------|---|---|---|---|--|---|
| 1    | Základní popis kontrolovaného procesu nebo činnosti | Popis – co se má z procesu nebo činnosti:<br>• kontrolovat<br>• zkoušet<br>• stručný popis konstrukce nebo prvku, který se kontroluje nebo zkouší | Stanovení rozsahu Stanovení místa – (podlaží, prostor, vymezení osami, konstrukce, prvek, atd.)<br>Vizuální zkouška<br>Přeměření<br>Revize<br>Odborné posouzení<br>Minimální počet kontrol procesu/činnosti v průběhu zakázky | Stanovení požadavků, který zajišťuje splnění kritéria, hodnoty a tolerance.<br>Tento požadavek nelze definovat pouze všeobecným odkazem na projektovou dokumentaci, technologický postup nebo normu. Je nutné uvést konkrétní zákon, vyhlášku, normu, včetně jejich částí, článků, tabulek, příloh. Dále je nutné uvést konkrétní výslednou hodnotu, která stanoví kdy je činnost nebo konstrukce ve shodě. | Odkaz na dokument, ve kterém je proveden záznam o kontrole, zkoušce nebo měření, včetně zápisu naměřené hodnoty a vyhodnocení – shoda/neshoda<br>• Protokol<br>• Zápis ve stavebním deníku<br>• Směnové hlášení atd. | Stanovení kdo bude odpovědný za provedení zkoušky<br><br>Mistr<br>Stavbyvedoucí<br>Geodet<br>Laborant<br>atd. |
| Uzáv | Závěrečná výstupní kontrola kvality                 | • závěrečná kontrola provedení<br>• kontrola odstranění a vyočádní  | Kontrola celého rozsahu zakázky<br>• P – prohlídka a posouzení  | • revizní zprávy a měřicí protokoly prokazující bezpečnou a spolehlivou funkci zařízení   | Protokol o výstupní kontrole zakázky   | Stavbyvedoucí   |

## Kontrolní zkušební plán zakázky (KZP)

|        |  |  |  |  |  |  |
|--------|--|--|--|--|--|--|
| Poznám |  |  |  |  |  |  |
|--------|--|--|--|--|--|--|

Seznam použitých norem:

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Vypracoval:<br>Jméno: .....<br>Podpis: ..... | Ověřil:<br>Jméno: .....<br>Podpis: ..... | Schválil:<br>Jméno: .....<br>Podpis: ..... | Zásupce objednatel:<br>Jméno: .....<br>Podpis: ..... |
| Funkce: .....<br>Datum: .....                | Funkce: .....<br>Datum: .....            | Funkce: .....<br>Datum: .....              | Funkce: .....<br>Datum: .....                        |

Příloha č. 3, vydání č. 2, PP č. 32 / VTR

1/1

### Obrázek 5: Ukázka historického KZP Metrostavu

Zdroj: [21]



CONTEC - Kontrolní a zkušební plán akce: 00000005 hala betonová

Strana: 1

13.7.04

SO01 Hala beton.

| Index<br>Počet | Název činnosti<br>Dodavatel            | Předmět kontroly                                       | Provádí ji:<br>HSV PSV<br>Spec. Zkouš. | Způsob<br>Doklady   | Provedení<br>kontroly dle                   | Popis způsobu<br>kontroly  | Termín<br>možný<br>připustný |
|----------------|--|--|--|---|---|--|------------------------------|
| 601<br>1       | PŘEMÍSTĚNÍ VÝKOPKU<br>SO01 Hala beton. | STAVEBNÍ A SILNIČNÍ<br>STROJE                          | +<br>S+                                | A<br>Zápis ve st. d.<br>Podpis stavbyved./Datum:                                      | ČSN 73 8000,<br>ČSN EN 474                  | Odborné posouzení<br><br>Podpis kontrolora/Datum:                                      | 7.5.04<br>14.5.04            |
| 701<br>1       | NÁŠYPY A SKLÁDKY<br>SO01 Hala beton.   | ZEMNÍ PRÁCE  | +<br>G+                                | M,Z<br>Zápis, záznam<br>Podpis stavbyved./Datum:                                      | ČSN 73 30.;                                 | Měření, kontrolní<br>a průkazní zkoušky<br>Podpis kontrolora/Datum:                    | 7.5.04<br>14.5.04            |
| 701<br>3       | NÁŠYPY A SKLÁDKY<br>SO01 Hala beton.   | SKLÁDKOVÁNÍ ODPADU                                     | +<br>S+                                | Z<br>Záznam o kontr.<br>Podpis stavbyved./Datum:                                      | ČSN 83 8030                                 | Technická kontrola,<br>monitorování<br>Podpis kontrolora/Datum:                        | 7.5.04<br>14.5.04            |
| 802<br>3       | POLŠTĚR ZÁKLADŮ<br>SO01 Hala beton.    | ZHUTNĚNÍ ZEMIN A SYPANIN                               | +<br>+                                 | A,Z<br>Záznam, zápis<br>Datum<br>Zkoušku provedl:<br>07.05.04 Novák<br>21.05.04 Novák | Projekt;<br>ČSN 72 1005,06,02,10            | Kontr.dynam zkouška,<br>statist. plásem, přímo<br>Zkoušku převzal:<br>Dvořák<br>Dvořák | 7.5.04<br>14.5.04            |
| 802<br>1       | POLŠTĚR ZÁKLADŮ<br>SO01 Hala beton.    | ZAKLÁDÁNÍ STAVEB-ULEHLOST<br>PÍSKU DYN PENETR ZKOUŠKOU | +<br>T+                                | Z<br>Záznam o kontr.<br>Datum<br>Zkoušku provedl:<br>21.05.04 Novák                   | ČSN 73 1821                                 | Provedení dynamické<br>penetrační zkoušky<br>Zkoušku převzal:<br>Dvořák                | 21.5.04<br>28.5.04           |
| 802<br>1       | POLŠTĚR ZÁKLADŮ<br>SO01 Hala beton.    | VLASTNOSTI KAMENIVA                                    | +<br>+                                 | D<br>Certifikát<br>Datum<br>Zkoušku provedl:<br>07.05.04 Novák                        | 72 11. ., ČSN EN 932,<br>933,1097,1367,1744 | Geom,mech,fyzikální<br>a chemické zkoušky<br>Zkoušku převzal:<br>Dvořák                | 7.5.04<br>14.5.04            |
| 900<br>1       | OSTATNÍ PRÁCE TE 0<br>SO01 Hala beton. | ZEMNÍ PRÁCE  | +<br>G+                                | M,Z<br>Zápis, záznam<br>Podpis stavbyved./Datum:                                      | ČSN 73 30.;                                 | Měření, kontrolní<br>a průkazní zkoušky<br>Podpis kontrolora/Datum:                    | 21.5.04<br>18.6.04           |
| 1102<br>3      | ZÁKLADY<br>SO01 Hala beton.            | BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ<br>PROVEDENÍ                         | +<br>S+                                | A<br>Záznam o kontr.<br>Datum<br>Zkoušku provedl:<br>14.05.04 Novák<br>21.05.04 Novák | ČSN 732400,1201,0511<br>ČSN EN 12269, proj. | Posouzení dle proj.,<br>trámčova zkouška<br>Zkoušku převzal:<br>Dvořák<br>Dvořák       | 14.5.04<br>4.6.04            |
| 1102<br>3      | ZÁKLADY<br>SO01 Hala beton.            | ZKOUŠENÍ BETONU  | +<br>+                                 | Z<br>Záznam o kontr.<br>Datum<br>Zkoušku provedl:<br>14.05.04 Novák                   | ČSN ISO 1920, 2736,<br>EN 12350, (73 13. .) | Kontrolní zkoušky<br><br>Zkoušku převzal:<br>Dvořák                                    | 14.5.04<br>4.6.04            |

### Obrázek 6: Ukázka KZP v programu CONTEC

Zdroj: [22]

## **1.7. Metody kontrol**

Kontroly představují klíčovou součást řízení kvality a mají za cíl identifikovat nedostatky, posoudit kvalitu a zhodnotit soulad nebo nesoulad s předepsanými parametry. Tyto parametry mohou zahrnovat technické specifikace od výrobců, technické normy či další legislativní požadavky a omezení. Podle ČSN EN 13018 (2016) se kontrolní metody či zkoušky obecně dělí na nedestruktivní a destruktivní metody. Nedestruktivní zkoušky nezpůsobují poškození zkoušeného materiálu (například vizuální zkoušky, zkoušky geometrické přesnosti, radiografické zkoušky, ultrazvukové zkoušky, penetrační zkoušky nebo zkoušky těsnosti), zatímco u destruktivních zkoušek dochází k poškození materiálu (například zkoušky pevnosti v tlaku, tahu nebo ohybu a podobně, které se zkouší na tělesech, jako jsou krychle, válce, trámy). Ke každé kontrole je vedena dokumentace. Dále je možno dělit ještě na zkoušky částečně destruktivní, kdy je poškozen pouze povrch konstrukce (např. odtrhy nebo odvrty). Další dělení připadající v úvahu je dle účelu zkoušení. Pak bychom dělili například na průkazní a ověřovací zkoušky.

**Vizuální zkouška/kontrola (VZ)** představuje nejčastější nedestruktivní způsob zkoušení materiálu. Během vizuální kontroly je pozorovatel zaměřen na detekci viditelných vad v souladu s předem stanovenými standardy kvality. Vizuální kontrola se rozděluje na přímou a nepřímou:

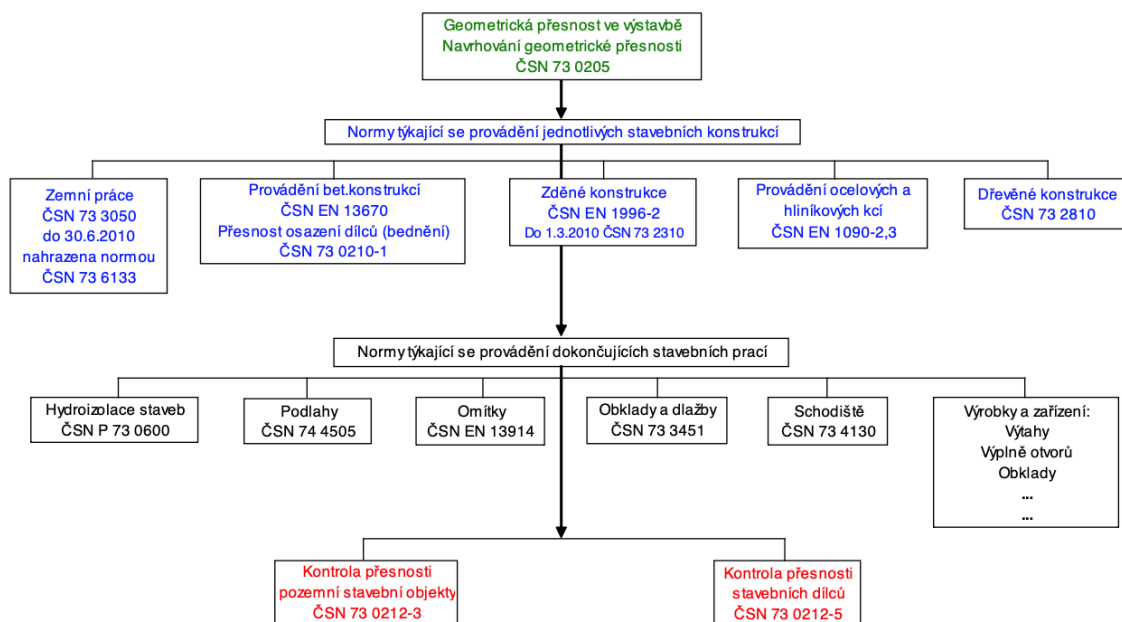
**Přímá vizuální kontrola:** Tento typ zkoušení zahrnuje sledování zkoušeného materiálu nebo prvku přímo bez přerušení kontaktu s okem pozorovatele, buď bez použití pomůcek nebo s využitím pomůcek, jako jsou zrcadla nebo čočky.

**Nepřímá vizuální kontrola:** Během tohoto typu zkoušení je kontakt mezi zkoušeným materiálem nebo prvkem a okem pozorovatele přerušen, používá se například fotografická technika nebo videotechnika. [19]

## Geometrická přesnost a tolerance

Mezi parametry geometrické přesnosti se řadí například rovinnost, přímost, kruhovitost a válcovitost. K ověření a za účelem zaměření těchto parametrů se využívají různé pomůcky, jako jsou měřidla, měřítka, hrotové přístroje, vodováhy a další přístroje a zařízení. Standardy s definovanými hodnotami pro tyto atributy jsou detailně popsány v platných normách, které poskytují popisy a postupy pro jednotlivé typy konstrukcí a prvků. [23]

Geometrické tolerance představují klíčovou součást systému řízení jakosti, avšak často bývají přehlíženy jak projektanty, tak zhotoviteli. Tyto tolerance mohou významně ovlivnit kvalitu hotového produktu nebo kvalitu jednotlivých konstrukčních prvků vzhledem k technologickým procesům, časovým a finančním nárokům. Každá technologie výroby má své specifické míry přesnosti, avšak žádná není schopna dosáhnout absolutní dokonalosti. Geometrické tolerance nám poskytují informaci o tom, o kolik se mohou jednotlivé parametry finálního výrobku odchýlit od plánovaných hodnot. [24]



Obrázek 7: Požadavky ČSN

Zdroj: ČSN 73 0205 [24]

## **1.8. BIM – Digitalizace**

### **1.8.1. Úvod**

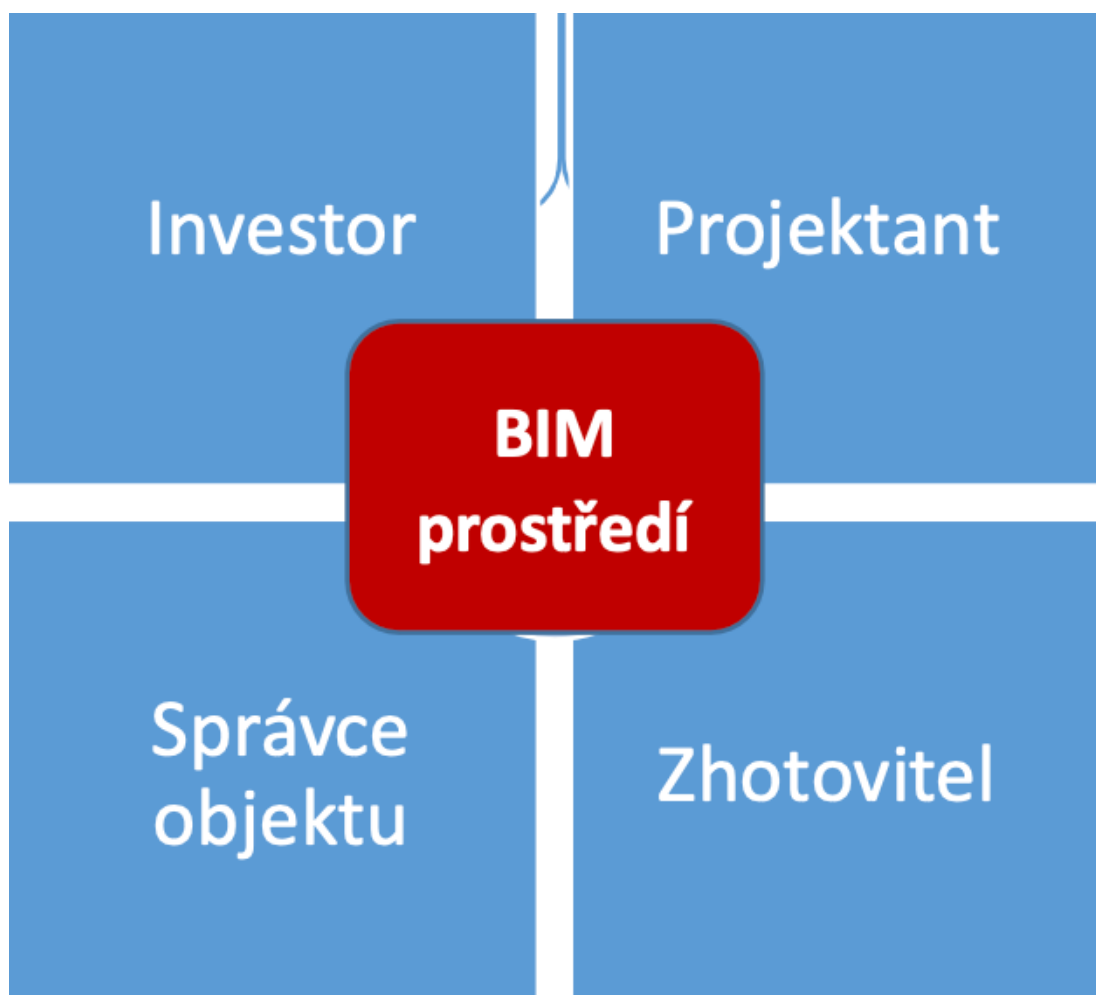
Při dlouhodobém hodnocení stavebnictví ve světovém kontextu je často zdůrazňováno zaostávání produktivity oproti ostatním průmyslovým odvětvím, a to v rozmezí 20–25 %. Tento pokles se přičítá nedostatečnému využívání digitálních technologií ve stavebnictví. Při podrobnějším zkoumání této problematiky jsou důvody zaostávající efektivity mnohostranné, avšak zásadní je rozdíl mezi průmyslovou výrobou a stavebnictvím. Digitalizace sice představuje mocný nástroj, který však nemůže úplně nahradit nezbytnou inženýrskou kreativitu a cit. Nicméně může výrazně zvýšit produktivitu operací především díky složitosti procesů, zlepšené dostupnosti a sdílení informací. Digitalizované postupy umožňují provádět operace současně s aktuálními informacemi a snižují potřebu opakovaných, neefektivních aktivit, které často zabírají významný podíl pracovního času a vedou ke zbytečným nákladům, což brání dosažení vyšší úrovně efektivity. [25]

### **1.8.2. Definice BIM**

Informační model budovy, známý také jako Building Information Modelling nebo Building Information Management (zkráceně BIM), představuje proces vytváření a správy dat o budově po celou dobu jejího životního cyklu. Tento model je v podstatě digitální reprezentací fyzického a funkčního objektu spolu s jeho charakteristikami. Jeho hlavní funkcí je poskytovat otevřenou databázi informací o budově, která slouží pro plánování, realizaci, provoz a údržbu objektu. BIM umožňuje efektivní sdílení komplexních informací mezi všemi účastníky stavebního procesu, kteří tak mohou zároveň rychle reagovat na případné změny. Aby se dosáhlo plného potenciálu využití metody BIM, je důležité, aby žádná ze zapojených stran neodmítala používání tohoto modelu a aktivně do něj přispívala aktuálními informacemi. Tento proces zahrnuje vytváření virtuálního modelu objektu, který obsahuje veškeré relevantní informace o objektu a jeho jednotlivých částech

s dostatečnou podrobností pro využití po celou dobu jeho existence, od předinvestiční fáze až po demolici. Informace obsažené v BIM mohou zahrnovat geometrii objektu, vlastnosti materiálů, identifikační údaje, časové a finanční informace a další relevantní informace. [26]

Nenechme se tedy mýlit, nejedná se o žádný zjednodušeně řečeno 3D model ani o žádný software, s čímž jsem se bohužel občas stále setkal. Jde o pracovní prostředí, ve kterém se kloubí činnosti všech zúčastněných stran. Zmiňovaný 3D model je pouze jednou z mnoha možností, jak lze odprezentovat například geometrické vlastnosti objektu.



Obrázek 8: Propojení účastníků projektu

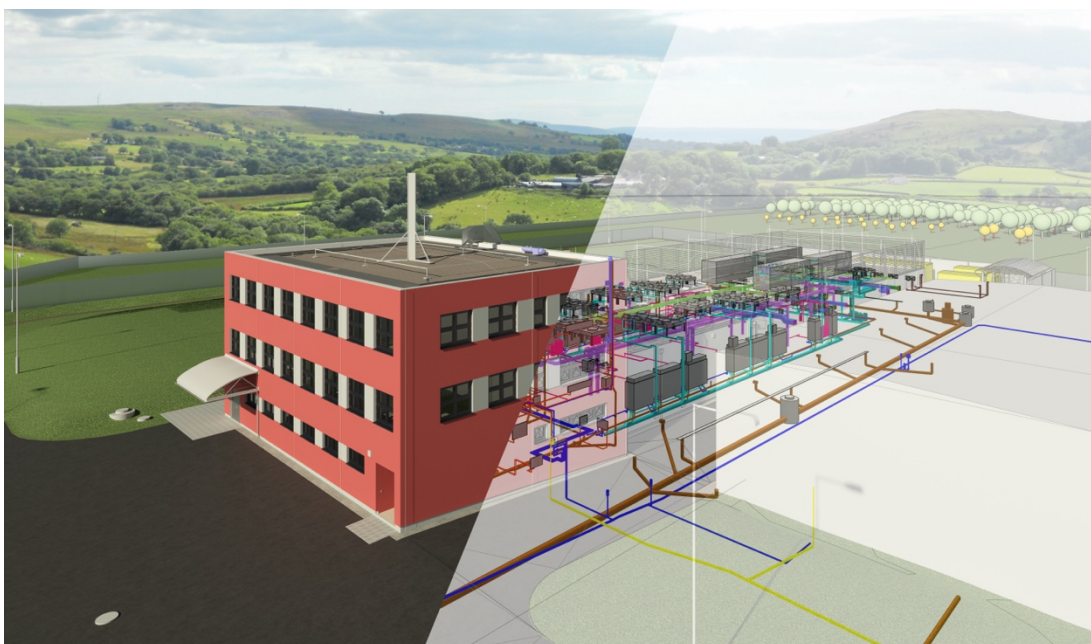
Zdroj: [27]

### **1.8.3. Funkce a výhody práce s BIM modelem**

BIM model a přidružené programy nabízejí mnoho funkcí a možností, které zjednodušují práci účastníkům celého procesu a neplýtvá tak jejich časem. Existuje spousta těchto funkcí a možností, ačkoliv nelze všechny jednoduše vypsát, některé základní a klíčové z nich zahrnují:

#### **Možnost zobrazení ve 2D i 3D**

BIM programy umožňují prezentovat informace o tvaru objektu nebo stavby jak prostřednictvím 3D modelu, tak prostřednictvím klasické 2D dokumentace, a dokonce i v kombinované formě, jako je například řez 3D modelem s přidáním vykreslení řezu objektu. Tyto různé výstupy jsou vzájemně propojené a poskytují stejné informace. V případě jakýchkoli změn v modelu se automaticky aktualizují i tyto výstupy.



*Obrázek 9: Příklad modelu BIM*

*Zdroj: [26]*

#### **Zadávání určitých parametrů**

Většina prvků v BIM modelu není pevně definována konkrétními hodnotami, ale je popisována pomocí parametrů. Tyto parametry mohou



být určeny buď konkrétními numerickými hodnotami nebo textovými řetězci. Jako příklad lze uvést okno, kde jsou numerickými parametry definovány jeho rozměry, hloubka zapuštění nebo výška parapetu, zatímco textové parametry mohou popisovat například způsob otevírání, bezpečnostní požadavky, materiál, výrobce apod.

### **Sdílení informací**

Jednou z klíčových funkcí spojených s BIM modelem je možnost uložení tohoto modelu na serveru a jeho sdílení se všemi účastníky stavebního procesu. Tato funkcionality umožňuje neustálý přístup k aktuální projektové dokumentaci, řízení změn v projektu a usnadňuje také mnoho dalších aktivit.

### **Koordinace dílčích modelů a detekování kolizí**

Během fáze projektování se vytvářejí různé části BIM modelů, které je důležité následně propojit a vzájemně koordinovat s hlavním modelem. K tomuto účelu slouží nástroj detekce kolizí, který identifikuje překrývání konstrukcí nebo prostorů mezi jednotlivými částmi modelů. Na základě zjištěných kolizí je možné předem navrhnout vhodná opatření a přepracovat a zkoordinovat jednotlivé části modelů. [28]

#### **1.8.4. Důležité pojmy a zkratky**

##### **EIR**

EIR je dokument definující požadavky zadavatele na zhotovitele (anglicky Employer's Information Requirements). Tento dokument, který jasně stanovuje požadavky na BIM model, aby poskytnutá data byla konzistentní, kvalitní a použitelná pro dosažení cílů zadavatele v souvislosti se zaváděním BIM. EIR také definuje úroveň detailu (LOD a LOI – viz níže) modelů v různých fázích projektu. EIR slouží jako základ pro výběr dodavatelů projektové dokumentace a následně i pro kontrolu BEP (viz níže) a kompletnosti dodaného BIM modelu stavby.

## **LOD**

Level of Development / Level of Definition je doporučení, které slouží odborníkům ve stavebnictví k přesné specifikaci a formulaci požadavků na grafickou a informační detailnost BIM modelu v různých fázích projektu. LOD se tedy skládá ze dvou částí (LoD a LoI – viz níže).

Level of Development (LoD) se zaměřuje na grafickou detailnost, a nedávno se začala používat také zkratka Level of Geometry (LoG). Level of Information (LoI) zahrnuje požadavky na informační detailnost. V České republice se v této oblasti vyvíjí standard SNIM (Standard Negrafických Informací 3D Modelu).

Univerzální definice úrovně detailu BIM mohou být matoucí a vyvolávat spory. Je proto vhodnější detaily specifikovat co nejpřesněji v dokumentu Employer's Information Requirements (EIR) pro konkrétní projekt.

## **BEP**

BEP, zkratka pro BIM Execution Plan, je dokument obsahující plán realizace projektu s využitím BIM. Jedná se o závazný dokument, který definuje klíčové parametry, role a odpovědnosti účastníků, podmínky pro předávání BIM modelů, používané nástroje a základní termíny. BEP je předložen zhotovitelem objednateli ke schválení. Po schválení se BEP stává smluvní přílohou na začátku projektu, obdobně jako harmonogram.

## **BIM Protokol**

BIM Protokol je soubor pravidel definujících postupy pro vytváření, sdílení a používání informačního modelu. Jeho hlavním účelem je určit složení členů projektových týmů a specifikovat požadavky na data spojená s informačním modelem.

### **CDE (Společné datové prostředí)**

Je jediným zdrojem informací využívaným pro sběr, správu a distribuci informací pro celý tým projektu. Tímto jediným zdrojem informací se usnadňuje spolupráce mezi účastníky projektu, jasně definuje jedinou platnou verzi informace a pomáhá minimalizovat nedorozumění, duplicitu a chyby.

### **IFC**

IFC (z anglického Industry Foundation Classes) je standardizovaný formát souborů, který je otevřený a neutrální. Tento formát podporuje sdílení dat na základě principů Informačního modelu budovy a umožňuje přenos dat mezi BIM aplikacemi od různých výrobců. Je nezbytné přesně určit, jaká data chceme zahrnout do tohoto formátu, aby nedošlo k jejich ztrátě při přenosu. [29]

#### **1.8.5. Shrnutí**

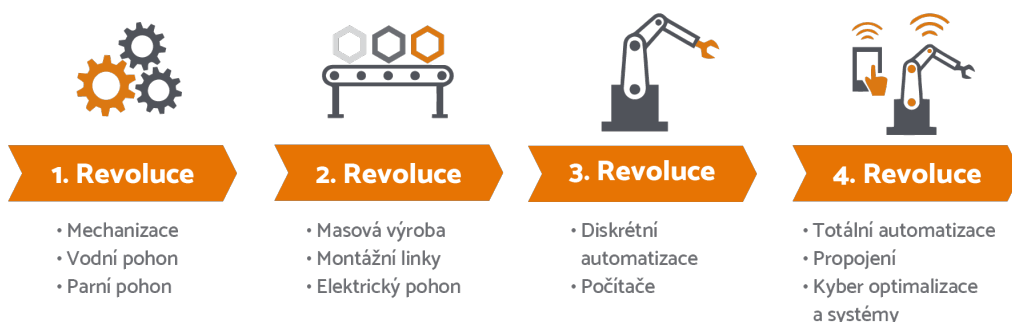
Při zavádění technologie BIM dochází k určité změně myšlení v pracovních postupech a návycích, které v podstatě vedou k nové metodologii práce – ideálně k možnosti spolupráce v reálném čase na modelu budovy. Tento mentální posun může být přirovnáván k přechodu od tradičních rýsovacích prken k práci s počítačovými programy pro projektování CAD. Prostorová vizualizace a centralizované uchování informací o stavbě na jednom místě usnadňuje komunikaci a zvyšuje možnosti kontroly, což automaticky vede ke zvýšení kvality, o kterou nám v této práci jde.

V rámci potřeby digitalizace stavebních procesů (která zahrnuje právě procesy BIM) v České republice se začal používat pojem Stavebnictví 4.0, který čerpá inspiraci z německé koncepce Průmysl 4.0 – viz níže. [25]

## 1.9. Průmysl 4.0

Koncept Průmyslu 4.0 se poprvé objevil v roce 2011 na průmyslovém veletrhu v Hannoveru, kde o dva roky později byla představena německá národní platforma Industrie 4.0. Tento koncept představuje čtvrtou fázi průmyslové revoluce, následující po předchozích fázích:

- Průmysl 1.0, který se začal formovat v 18. století a přinesl parní stroje.
- Průmysl 2.0, který vznikl v 19. století s objevením elektrické energie a zavedením montážních výrobních linek, například v automobilovém průmyslu.
- Průmysl 3.0, který se začal rozvíjet od 70. let 20. století až do současnosti a připravuje půdu pro přechod k čtvrté průmyslové revoluci. Ve třetí průmyslové revoluci byla částečně zavedena automatizace pomocí paměťově programovatelných řídicích prvků a počítačů. Od té doby jsme posunuli automatizaci výrobních procesů kupředu, včetně používání robotů k provedení předem naprogramovaných úkonů bez lidského zásahu. [30]



Obrázek 10: Revoluce postupně v průmyslu

Zdroj: [31]

V dnešní éře revoluce jde o propojení internetu věcí, služeb a lidí (Internet of Things, Internet of Services, Internet of People) a s ním spojený obrovský objem generovaných dat. Kromě toho dochází

k vzájemným interakcím stroj - stroj, člověk - stroj a člověk - člověk. Nové technologie, jako jsou autonomní roboti, analýza velkých dat (Big Data), počítačové simulace a virtualizace, cloudové služby, 3D tisk (aditivní výroba) a další, vstupují také do hry. Průmysl 4.0 představuje nový standard organizace a správy celého procesu hodnotového řetězce po celou dobu životního cyklu výrobku. Zde můžeme vnímat podobnost s procesy BIM. Zohledňuje rostoucí důraz na potřeby zákazníka. Zahrnuje všechny fáze od nápadu přes vývoj, výrobu až po dodání produktu konečnému zákazníkovi, včetně recyklace a příslušných služeb. [31]

Průmysl 4.0 také představuje významné snížení potřeby lidské práce díky rozšířenému využívání strojů. Tento trend vede k zvýšení efektivity práce, redukci časových zpoždění během výrobních procesů a konečně i ke snížení nákladů. [30]

### **1.10. Stavebnictví 4.0**

Stavebnictví 4.0 je součástí širšího rámce Průmyslu 4.0, který se zaměřuje na implementaci moderních technologií a digitální transformaci v oblasti stavebnictví. Samotný Průmysl 4.0 však pracuje s rozdílnými výchozími podmínkami. Průmysl velkosériových výrob využívá lepší výchozí předpoklady, především sériovost a řízené podmínky výroby. Navíc procesy návrhu a přípravy výroby sériových produktů využívají technologie CAD (Computer Aided Design) delší dobu a v pokročilejší podobě než stavebnictví. Produkty průmyslové výroby jsou omezeny ve velikosti a rozsahu, a výrobní procesy jsou centralizované u jednoho výrobce. Naopak, stavebnictví se inherentně potýká s nutností spolupráce mnoha účastníků projektu, rozmanitostí a rozsahem projektů, stejně jako s různorodými podmínkami a klimatem na staveništi. Z tohoto důvodu nelze příliš porovnávat Stavebnictví 4.0 s Průmyslem 4.0. [25]

Odborníci ve vyspělých zemích intenzivně diskutují koncept Stavebnictví 4.0, které zatím bohužel zaostává v automatizaci a robotizaci výroby ve srovnání se strojním průmyslem. Přesto se

v oblasti digitalizace objevují pokroky, zejména v navrhování staveb. Díky počítačové technologii, ať už hovoříme právě o programech CAD, anebo o již zmiňované technologii Building Information Model (BIM), se v posledních desetiletích přešlo od ručního rýsování k digitálním návrhovým programům. BIM umožňuje přidání důležitých informací o vlastnostech budov, což vede k efektivnějšímu posuzování projektů a eliminaci chyb. Tato technologie umožňuje digitální zpracování většiny staveb, což má potenciál přinést významné úspory a zlepšit kvalitu. Kromě návrhu stavby BIM slouží i při jejím provozu, poskytující rozsáhlou databázi informací a modelů pro řízení a údržbu. Dalším důležitým aspektem Stavebnictví 4.0 je provoz dokončených staveb. [32]

Důležité je zdůraznit, že Stavebnictví 4.0 nezahrnuje pouze implementaci BIM a digitalizaci, ale především představuje konceptuální posun v myšlení a vnímání celého stavebnictví. BIM lze nicméně považovat za klíčový prvek této transformace a základní kámen pro budoucnost Stavebnictví 4.0. Další významné úkoly tohoto konceptu zahrnují integraci následujících oblastí:

- Zvýšení výrobních kapacit pro výrobu a distribuci stavebních materiálů a komponent
- Rozvoj robotizovaného stavebnictví
- Zjednodušení legislativních procesů, včetně získání diskutovaného stavebního povolení
- Automatizace budov a jejich propojení s energetickou, dopravní a další infrastrukturou
- Optimalizace procesů údržby budov

Je nezbytné vytvořit efektivní komunikační síť, která bude propojovat ostatní účastníky procesu výstavby a snažit se tak sjednotit všechny se stejným cílem. [30]

## **2 Rešerše trhu s aplikacemi**

Odborníci a investoři ve stavebnictví očekávají, že v předchozích odstavcích omílaná digitalizace povede ke zkrácení času nutného pro povolovací procesy, zjednodušení administrativy a zlepšení komunikace se zúčastněnými stranami. Digitalizace v oblasti stavebnictví má za cíl zvýšit efektivitu nejen během přípravy a projektování, ale také při samotném provádění, renovaci nebo modernizaci stavby.

Dopomoci nám k tomu mohou právě programy a aplikace, kterých je samozřejmě spousta, některé jsou lepší, některé horší. Bohužel, ať už z důvodů časových nebo licenčních, nejsem schopen důkladně prozkoumat všechny z nich. Nicméně v následující kapitole se pokusím jich stručně představit alespoň několik. Rešerše bude tedy založena zčásti na osobních zkušenostech a zčásti na představení aplikací výrobcí. Jsem ovšem přesvědčen, že některé aplikace mohou zcela jistě dostat tomu, co od digitalizace očekáváme.

### **2.1 Programy a aplikace s databází KZP**

Nakonec jsem se bohužel nedokázal dostat k programu, který by měl dostupnou databázi kontrolních a zkušebních plánů a zároveň by dokázal efektivně řídit a spravovat kvalitu přímo během stavebního procesu. Proto jsem se rozhodl rozdělit tento průzkum na programy a aplikace, které zvládají buď jedno, nebo druhé. Jedním z nich je například „náš“ český Contec.

#### **2.1.1 Contec**

Tento automatizovaný software najde využití v mnoha oblastech stavebních a technologických projektů. Pomáhá při předvýrobní přípravě, nabídkových procesech, plánování výroby a provozu, vytváření operativních plánů a sledování potřeb technologických i ekonomických zdrojů (potřeba materiálů, strojů, pracovní síly a např. řemesel). Systém Contec umožňuje vytvářet kontrolní a zkušební plány, harmonogramy zkoušek kvality a environmentální plány nebo třeba i plány BOZP. Díky

jeho datové základně lze v investorské sféře plánovat velké stavební projekty a jejich náklady, i když nemáme k dispozici kompletní projekty a jasné záměry investora. Investoři mohou vytvářet modely různých variant konstrukčních systémů, porovnávat je a hledat optimální kombinace nejen z hlediska nákladů na výstavbu, ale i na její budoucí údržbu, renovaci nebo demolici. S využitím modelů výstavby mohou investoři posoudit nabídky dodavatelů nejen z finančního hlediska, ale i z hlediska technologicky podložených termínů provádění prací. [17]

V současné době je systém CONTEC standardně využíván více než 370 stavebními i investičními firmami v České i Slovenské republice. Narozdíl od zahraničních systémů tvorby síťových grafů a dalších dokumentů, CONTEC nabízí několik významných výhod při modelování realizace staveb. Je navržen s hlubokým porozuměním podmínek stavební produkce v ČR a SR a poskytuje stále aktualizovaná data pro rychlé modelování stavební produkce prostřednictvím technologických analýz propojených se síťovými grafy. Tento systém umožňuje vytvářet všechny potřebné dokumenty pomocí předem připravených typových síťových grafů, které lze upravit podle konkrétních potřeb. Díky důsledné návaznosti na celkový systém řízení kvality umožňuje CONTEC okamžité zpracování kontrolních a zkušebních plánů. Díky integrované oblasti operativní evidence a finančního deníku stavby lze systém snadno propojit s účetní agendou stavební firmy. Celý systém je koncipován tak, aby uživatel mohl upravovat data a typové síťové grafy podle svých potřeb. [17]

Dle mého skromného názoru se jedná o velmi kvalitní program, který nabízí množství funkcionalit a možností s vysokou návazností a propojením (např. MS Project atd.), jako bonus je vše na jednom místě. Jako negativa bych zmínil ne příliš aktuální/atraktivní vzhled, který napovídá, že program už je nějakou dobu v oběhu a dále nižší intuitivnost používání.



### **2.1.2 Tabulkové a textové editory**

Nelze nezmínit dva základní programy (nejčastěji se jedná o Microsoft Word a Excel), ve kterých můžete pracovat a „digitalizovat“ tak v podstatě vše. Brzy ale narazíte na hranice těchto pomocníků, a to je takřka nulová provázanost. Jde tedy pouze o jakési přenášení formy z papíru do počítače. Efektivitu tohoto procesu posudte sami. Určitou výhodou tohoto programu je, že většina uživatelů je s ním obeznámena, což eliminuje potřebu zdlouhavého školení pro práci s programem a úpravu databáze. Nicméně hlavní nevýhodou je nutnost pravidelné aktualizace a kontroly všech dat osobou s odbornými znalostmi v oblasti kontrolních a zkušebních plánů a zkoušek na stavbě, která by měla být obeznámena s relevantními normami a předpisy. Využití naleznou programy především u menších firem, které si tvoří své vlastní, ne tak rozsáhlé databáze.

### **2.1.3 Vývoj vlastní aplikace**

Určitě zajímavá možnost, která se objevuje především u velkých společností, je vývoj vlastní aplikace (např. Metrostav). Výhodou je zcela určitě přizpůsobení si portfolia, prostředí, funkcionalit apod. vlastním potřebám. Dále to může být také ušetření nákladů za aplikace třetích stran. Jako nevýhoda může být vnímána určitá doba vývoje a optimalizací s nejistým výsledkem.

## **2.2 Programy a aplikace pro řízení a kontrolu kvality na stavbě**

V této podkapitole se chci věnovat aplikacím, které se používají přímo v terénu, tedy na stavbě. Svou praktickou část bakalářské práce zpracovávám právě v jedné z nich. Software, který jsem zvolil, vyvíjí firma Dalux. Poprvé jsem se setkal s tímto programem v práci, kde jsem prošel i některými základními školeními. Tímto chci poděkovat zástupcům Daluxu, že mi propůjčili jejich produkt pro účely této práce. Dalux se pokusím objektivně představit jako první.

### **2.2.1 Dalux**

Od roku 2005 pracuje Dalux na zefektivnění stavebnictví pomocí uživatelsky přívětivých digitálních nástrojů a BIM technologie. Jeho nástroje jsou v současnosti využívány předními dodavateli, staviteli a poradci ve 147 zemích.

Společnost Dalux se snaží posouvat hranice využití technologií pro zajištění chytřejších a udržitelnějších pracovních procesů ve stavebnictví. Společně s jeho uživateli neustále optimalizuje stávající technologie (pomocí tzv. Dalux User Days) a vyvíjí nová revoluční řešení. V posledních letech uvedli několik světových novinek, včetně, jak firma tvrdí, nejrychlejšího mobilního BIM prohlížeče a na BIMu založené rozšířené reality pro mobilní zařízení (mohu potvrdit, že funguje opravdu dobře).

Všechny aktivity se odehrávají v centrále v Kodani, kde probíhá veškerý vývoj pod jednou střechou. Mají také několik zahraničních poboček a týmy pro zákaznickou podporu zajistí, že více než 700 000 uživatelů nezůstane na holičkách, kdekoliv na světě. [33]

#### **Dalux Viewer**

Dalux Viewer je nástroj určený k prohlížení BIM modelů na staveništi, ať už se pohybujete na mobilu, laptopu nebo tabletu. Umožňuje procházet jak 2D výkresy, tak modely ve 3D, a to současně i s možností proložení. Samozřejmostí je možnost filtrace objektů, zobrazení kolizí, a i měření vzdálenosti mezi objekty ve 3D prostoru. Podle tvrzení firmy se jedná o nejrychlejší BIM prohlížeč na světě, a navíc je k dispozici zdarma. [33]

#### **Dalux Box**

Dalux Box primárně slouží k centralizované správě souborů na jednom místě, které jsou přístupné opět ve všech zařízeních. Funguje tedy fakticky jako CDE. Usnadňuje vyhledávání pomocí filtrů a klíčových slov v rámci dokumentů. Aplikace umožňuje definovat oprávnění na

základě různých skupin uživatelů a přidávat revize nebo komentáře na základě přidělených rolí. [33]

### **Dalux Tender**

Digitální, snadno ovladatelná a bezpečná platforma pro tendry, mohou ji využít rozpočtáři a tender manažeři, dle mého názoru je tato funkce zatím na počátku vývoje. [33]

### **Dalux Field**

Dalux Field je aplikace určená k dohledu nad kvalitou a bezpečností, a to vzhledem k aktuální situaci na staveništi. Umožňuje provádět kontroly a záznamy v projektu pomocí poznámek, fotografií, zvýraznění v projektu nebo vlastních textů v dokumentech. Všechny záznamy jsou spojeny s polohou GPS a uživatelským vstupem. Jakmile se změní stav úkolu, uživatel obdrží automatické upozornění. Aplikace umožňuje nastavit práva a oprávnění pro kontrolu kvality a úkolů, čímž odstraňuje nejasnosti ohledně odpovědnosti za jednotlivé záznamy, kontroly nebo požadavky na odstranění vad. Tuto funkcionalitu vnímám jako nejužitečnější a nejpřínosnější. Nejen že se široce věnuje právě námi probírané kvalitě, ale zároveň skýtá spoustu dalších výhod a možností.

Aplikace umožňuje odesílat poznámky a vytvářet úkoly pro subdodavatele, zaznamenávat stav stavby a kontrolovat bezpečnost staveniště. Má funkci off-line, což znamená, že funguje i bez připojení k internetu, například v suterénu nebo na místech se slabým signálem. Je snadno použitelná a šetří čas, umožňuje vytvářet kontrolní seznamy (pro nás KZP) a zprávy intuitivním způsobem. Nabízí neomezený počet uživatelů na projektu. Uchovává kompletní historii projektu včetně odstraněných položek. [33]

Co se týče ceny, aspoň co jsem dokázal zjistit, tak ta závisí na celkových nákladech za projekt, anebo se kalkuluje individuálně na základě obrátu firmy ve stavebním sektoru a prodává se jako korporátní licence. Dalux dnes využívají korporáty jako např. Penta, Trigema.

## 2.2.2 Fieldwire

Tato aplikace je navržena tak, aby umožnila všem, kdo jsou zapojeni do projektu, sdílet návrhy, plány, fotografie a další důležité dokumenty přímo ze staveniště. Nechybí funkce pro správu úkolů. Provádění inspekcí a kontrol je velmi snadné díky monitorování problémů a checklistů. S inteligentním vyhledáváním lze v aplikaci rychle nalézt veškeré informace klíčové pro váš projekt. Tvůrci tvrdí, že aplikace je snadno použitelná a není nutné provádět rozsáhlé školení zaměstnanců, což mohu potvrdit, ovládání je velmi intuitivní. Nabízejí odstupňované ceny za jednoho uživatele na měsíc s různými funkcemi, přičemž každá verze má své vlastní výhody, od základních funkcí až po pokročilé možnosti, jako jsou fotografie 360 stupňů a 3D prohlížení. Základní verze však neobsahuje 3D prohlížení ani podporu a nenabízí možnost zadávat úkoly pro ostatní týmy. Tvůrci tedy tlačí do placení měsíčního nebo ročního (výhodnějšího) poplatku. [34]

Tabulka 2. Funkce aplikace v závislosti na ceně

| Basic             | Pro                 | Business               | Business Plus       |
|-------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| Zdarma            | 936 Kč/měsíc        | 1416 Kč/měsíc          | 1896 Kč/měsíc       |
| Funkce            |                     |                        |                     |
| Prohlížení plánů  | Basic funkce        | Pro funkce             | Business funkce     |
| Správa úkolů      | Zprávy a exporty    | Vlastní formuláře      | Žádosti o info      |
| Soubory a foto    | Porovnávání stránek | Synchronizace úložiště | Technické schválení |
| Kontrolní seznamy | Vlastní stavy úkolů | Prohlížeč BIM          | Změnové listy       |
| 5 uživatelů       | 1 uživatel          | 1 uživatel             | 1 uživatel          |
| 3 projekty        | Neomezeně projektů  | Neomezeně projektů     | Neomezeně projektů  |
| 100 stránek       | Neomezeně stránek   | Neomezeně stránek      | Neomezeně stránek   |

Zdroj: Vlastní zpracování dle webu aplikace [34]

### **2.2.3 Autodesk build a BIM 360**

Jedná se o komplexní portfolio funkcí z dílny Autodesku. Pomocí společného datového prostředí (CDE) se usnadňuje spolupráce různých profesí, podporuje koordinované modelování a výměnu inteligentních projekčních informací. Současně se snaží zefektivnit způsob komunikace v reálném čase, řízení projektů a distribuci stavebních a infrastrukturních dat, a to kdykoliv, odkudkoliv a na všech zařízeních.

Balíček nabízí následující klíčové funkce:

- **Správa projektových dat:** Organizace, prohlížení, úpravy a sdílení souborů projektu.
- **Online spolupráce:** Týmová spolupráce a sdílení BIM dat online, současná editace v Autodesk Revitu a online koordinace.
- **Správa stavebních dokumentů** – správa projektových dat, prohlížení, připomínkování, verzování, sdílení souborů, seskupování dokumentů a mobilní přístup.
- **Cloud rendering**
- **Energetické analýzy:** Hodnocení energetické spotřeby projektu a provozních nákladů.
- **Statická analýza:** Statické výpočty integrované do procesu BIM a snadná vizuální analýza.
- **Detekce kolizí a koordinace**
- **BIM pro staveniště:** Nástroje pro správu, údržbu a předávání BIM dat na staveništi, zahrnující oblasti jako kontrola kvality, stavební dozor, předávání materiálu, reportování a další.

Cena je dostupná přímo na stránkách Autodesku, zahrnuje všechny jmenované funkce a platí se buď za jednoho uživatele, kdy se pohybuje od 4515 Kč za měsíc nebo pak jako cena za projekt, kdy se musí vyplnit a poslat konkrétní žádost. Lze také vyzkoušet 30 dnů trvající demo verzi. [35][36]

#### **2.2.4 PlanRadar**

Více než 150 000 uživatelů ve více než 75 zemích eliminuje papírování díky PlanRadar aplikaci, takto nás lákají vývojáři PlanRadaru, ovšem hned další banner nám říká, že jde o vysoce bezpečné a spolehlivé digitální prostředí, kterému důvěřuje 120 000 uživatelů po celém světě. Zbýlých 30 000 uživatelů asi aplikaci používá s nedůvěrou. Každopádně pracovní prostředí důvěru spíše vzbuzuje a dokázal jsem se zorientovat velmi rychle. Práce tedy probíhala velmi intuitivně. Co se týče funkcí, tak PlanRadar má určitě co nabídnout.

Aplikace poskytuje jednotnou platformu pro veškerou projektovou dokumentaci, procesy a reportování. Stavební dokumenty, závady a úlohy lze zaznamenávat na mobilním zařízení, připínat přímo na stavební výkresy a v reálném čase o nich informovat členy projektového týmu.

PlanRadar se snaží docílit toho, abyste mohli vše řídit na jednom místě: od předávací dokumentace v souladu s předpisy včetně podrobného seznamu závad, přes digitální stavební deníky až po kontroly kvality a z nich plynoucí reporty. Zároveň zajišťuje transparentnost pro všechny zúčastněné strany.

Ceny jsem dohledal u samotného PlanRadaru. Jdou cestou odstupňovaných předplatných (měsíčních nebo výhodnějších ročních), každý program (kromě Enterprise, který vyžaduje kontaktování obchodního oddělení) lze zdarma vyzkoušet na 30 dní. [37]

Tabulka 3. Funkce aplikace v závislosti na ceně

| Basic                               | Starter                             | Pro                                 | Enterprise                         |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 647 Kč/měsíc                        | 2214 Kč/měsíc                       | 3210 Kč/měsíc                       | Individuální cena                  |
| Funkce                              |                                     |                                     |                                    |
| Subdodavatelé zdarma                | Subdodavatelé zdarma                | Subdodavatelé zdarma                | Subdodavatelé zdarma               |
| 10 výkresů/uživatel                 | 30 výkresů/uživatel                 | 100 výkresů/uživatel                | Neomezeně výkresů                  |
| Základní reporty                    | Základní reporty                    | Vlastní reporty                     | Vlastní reporty                    |
| Neomezeně exportů                   | Neomezeně exportů                   | Neomezeně exportů                   | Neomezeně exportů                  |
| Neomezeně projektů                  | Neomezeně projektů                  | Neomezeně projektů                  | Neomezeně projektů                 |
| E-mailová podpora do 72 prac. hodin | E-mailová podpora do 48 prac. hodin | E-mailová podpora do 24 prac. hodin | E-mailová podpora do 6 prac. hodin |
|                                     |                                     | Plánování harmonogramu              | Plánování harmonogramu             |
|                                     |                                     | Reporty projektu                    | Reporty projektu                   |
|                                     |                                     | 1 BIM model                         | Neomezené BIM modely               |

Zdroj: Vlastní zpracování dle webu aplikace [37]

### 2.2.5 Další aplikace

Samozřejmě existují další aplikace, které jsem dohledal při rešeršní činnosti na internetu nebo na App Storu pro uživatele Applu nebo Google Play pro uživatele Androidu. Některé nesplňovaly mé požadavky, co jsem si od aplikací představoval, další měly dost špatné hodnocení od ostatních uživatelů nebo jsem se je prostě rozhodl nezahrnout, protože jsem z nich sám neměl dobrý pocit.

Za zmínku ještě určitě stojí česká aplikace Stavario užitečná pro menší i větší stavební firmy. Začala jako stavební deník s docházkou, ale postupně rozvíjí svoje funkce a aktuálně zvládá i jednodušší plánování a zadávání úkolů.

### **2.3 Srovnání aplikací pro kontrolu kvality na stavbě**

Chci se pokusit zmíněné aplikace a programy krátce porovnat mezi sebou, ale jsem si vědom, že na základě malých zkušeností a pouze rámcových informací půjde o čistě subjektivní hodnocení.

Dalux se všemi svými dostupnými funkcemi poskytuje spoustu užitečných nástrojů, které mohou být pro digitalizaci stavby dobře použitelné. Jde například o časové razítko, práci s QR kódy nebo rozdělování práce ve vztahu generálního dodavatele a subdodavatele. Velkým plusem je plynulý a nenáročný prohlížeč 3D modelů. Minusem určitě může být prostředí, které i když se zdá intuitivní, tak bez základního školení nebo zhlédnutí videí dokáže být matoucí. Dalším aspektem, který může být diskutabilní je cena, která bude vyšší a věřím, že pro menší podniky postrádá smysl. Na oplátku ale poskytuje Dalux ale širokou podporu a snaží se stále vyvíjet a přinášet nové funkce.

Fieldwire se pokouší naopak vše zjednodušit a docílit intuitivního používání. Aplikace se ovládá vcelku snadno. Cenově mi přijde ve všech ohledech asi nejdostupnější. Stejně jako Dalux nabízí možnost kooperace mezi generálním dodavatelem a subdodavatelem.

Autodesk Build mi bohužel nebyl tak sympatický, ať už se jedná o pracovní prostředí nebo cenovou politiku. Výhodou může být propojenost a snadná spolupráce s ostatními programy od Autodesku. Mě osobně ale tento nástroj nezaujal.

PlanRadar naopak působí důvěrně, prostředí vás snadno pohltí. Cena je například oproti Fieldwiru, který se prezentuje stejnou cenovou politikou, trochu vyšší. Aplikace by měla být dle mého názoru lépe optimalizována pro mobilní zařízení a tablety.

U všech hodnocených nástrojů jsou samozřejmostí funkce jako off-line režim, kdy lze aplikace používat například v suterénu nebo na místech s horším připojením, možnost zadávání úkolů nebo tvorby KZP. Ani u jedné nechybí také verze pro chytré telefony nebo tablety.



### 3 Digitalizace kontrolního a zkušebního plánu

Následující kapitola se bude zabývat digitalizací kontrolního a zkušebního plánu pro vnitřní omítky a hrubé podlahy včetně zápisu naměřených hodnot a jejich porovnání s předepsanými hodnotami z normy. Vše budu zpracovávat v prostředí aplikace Dalux.

#### 3.1 Nastavení lokace se zónami

V této podkapitole popíšu, jak nahrát výkres půdorysu objektu, v němž se veškerá práce odehrává a který rozdělím na jednotlivé zóny pro usnadnění práce. Zóny jsou šikovní nástroj, jak mohu rozdělit svůj objekt například na byty nebo jednoduše na samostatné jednotky, dilatační celky apod. V mém projektu budou zóny reprezentovat místnosti.

Začnu tedy tím, že se přihlásím do Daluxu přes webové rozhraní, vyberu si svůj projekt. V mém případě jde o projekt s názvem KZP\_Bakalářská práce. Pro účely práce s výkresy nebo modely má Dalux své označení a záložku „Lokace“. Toto slovo naznačuje, že veškerým zadávaným pracím, úkolům nebo například kontrolám lze přiřadit právě lokaci přímo do výkresu.



Žádné výkresy ani modely

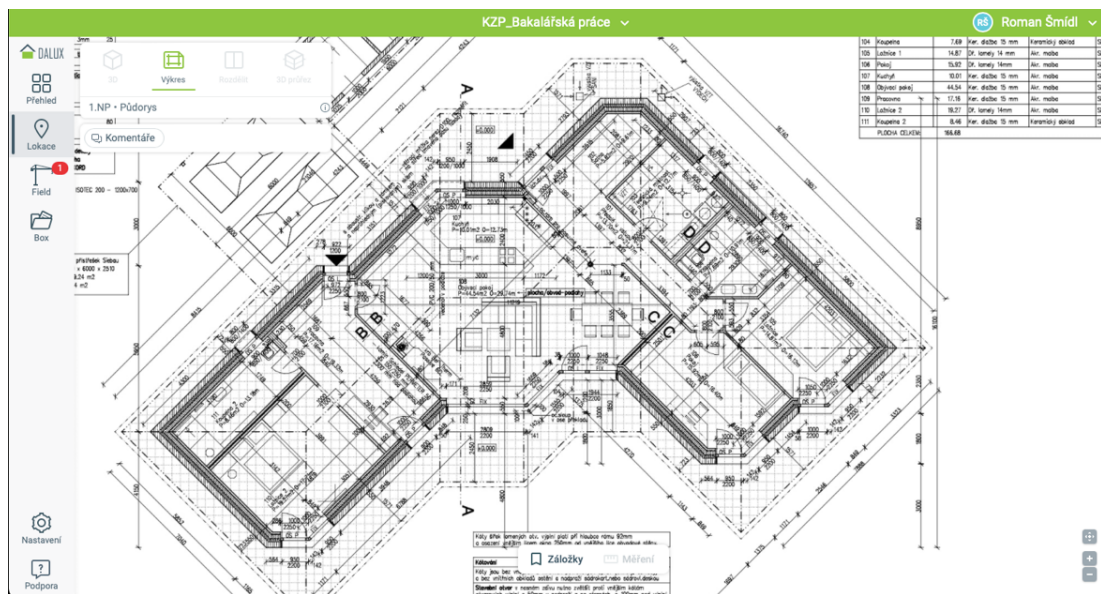


IFC, DWG, PDF nebo obrázek

Obrázek 11: Nahrávání výkresů

Zdroj: Autor

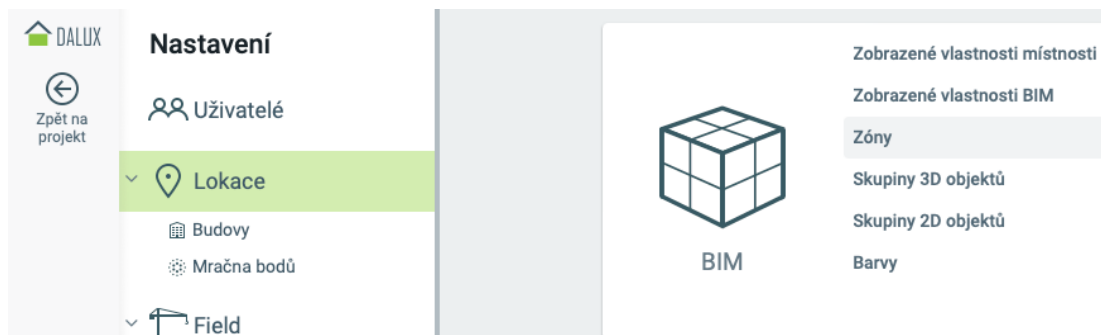
Naprostu intuitivně tedy nahrávám výkres ve formě PDF, se kterým budu nadále pracovat.



Obrázek 12: Nahraný výkres objektu

Zdroj: Autor

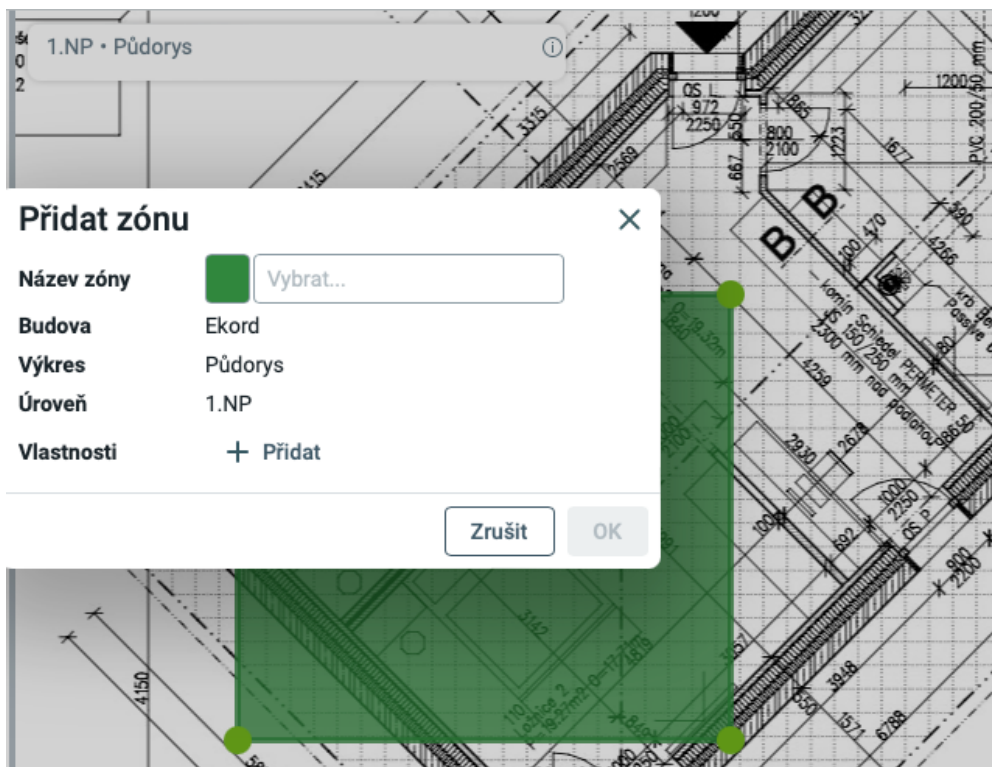
Nyní si již můžu do výkresu nadefinovat zóny na jednotlivé místnosti. Jdu tedy do nastavení, záložka „Lokace“ a volím „Zóny“.



Obrázek 13: Nastavení zón

Zdroj: Autor

Zde vybírám svůj výkres a vlevo nahoře klikám na „Přidat“. Teď mohu přímo do výkresu potáhnutím kurzoru definovat novou zónu, zobrazí se mi pole s volbou barvy a názvu. Zóny pojmenovávám dle názvů místností. Obtahuji pomocí uchycovacích bodů hranice jednotlivých místností.



Obrázek 14: Přidání nové zóny

Zdroj: Autor

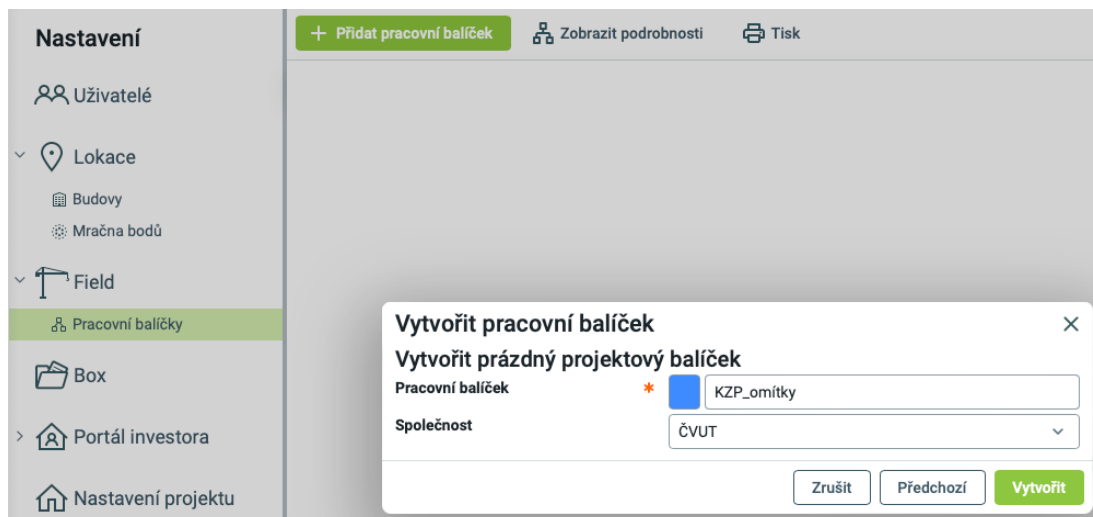


Obrázek 15: Vytvořené zóny

Zdroj: Autor

### 3.2 Definování účastníků (pracovní balíčky)

Pro můj KZP je nutno vytvořit jakýsi pracovní balíček, který je pro každý typ úkolů jiný. V něm musím nadefinovat účastníky, kterých se téma bude týkat. Pracovní balíček najdu v nastavení v záložce „Field“. Pojmenuji ho jako „KZP\_omítky“, společnost volím ČVUT a barvu modrou.



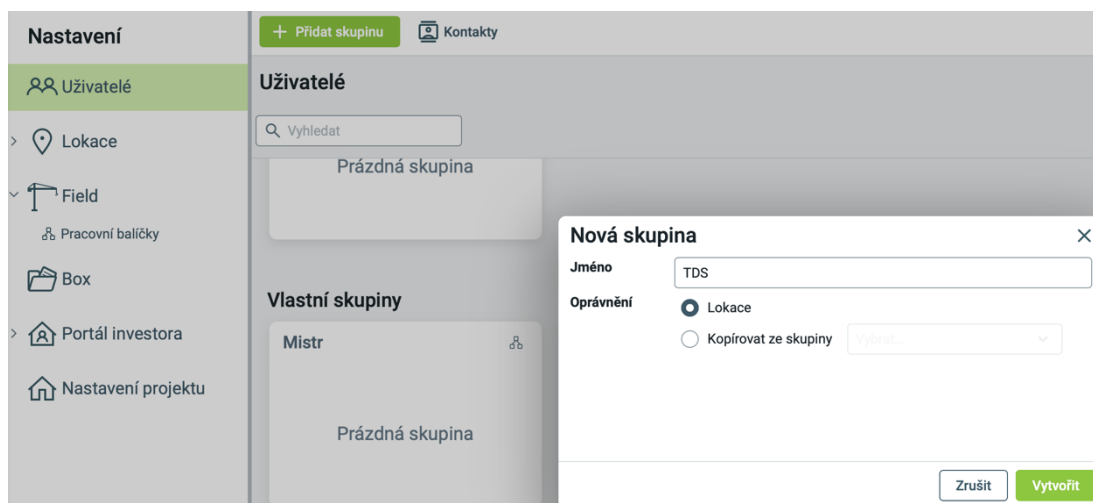
*Obrázek 16: Tvorba pracovního balíčku*

*Zdroj: Autor*

V pracovním balíčku lze vytvořit organizační strukturu (pracovní postup) pro správu úkolů. Například si mohou vytvořit pracovní tým, kde jsou jasně definováni vedoucí a členové týmu, kteří mají přístup k úpravám kontrolních plánů a záznamů. Každý člen má uvedeno jméno, svůj pracovní e-mail a přihlašovací údaje. Pokud dojde ke změně pro celý tým nebo je přidělen nový úkol, všichni členové týmu obdrží upozornění. Pro účel mého projektu se bude jednat o technický dozor stavebníka (dále jen TDS), stavbyvedoucího a mistra. V praxi se může tento pracovní postup snadno nadefinovat na jakékoliv vztahy na stavbě, často se jedná například o vztah TDS → generální dodavatel → subdodavatel.

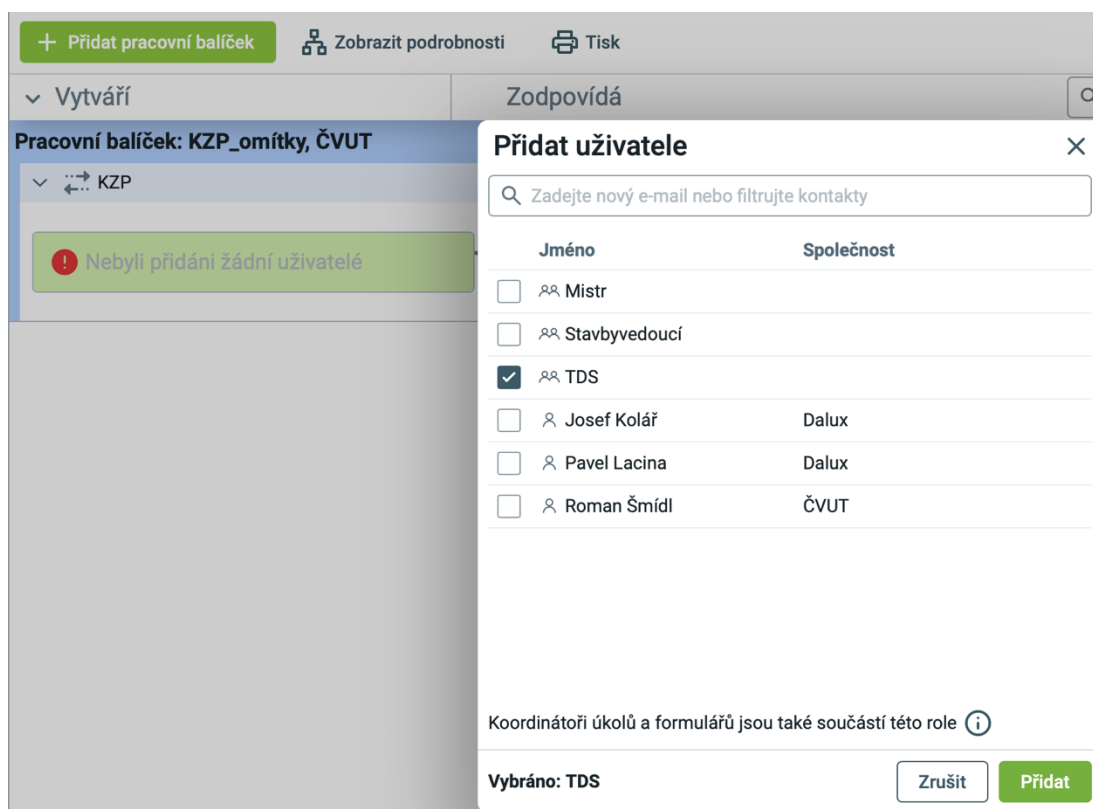
Abych mohl vytvořit náš pracovní postup, musím přidat v nastavení v záložce „Uživatelé“ nové skupiny práv pro TDS, stavbyvedoucího a mistra. Samotné lidi pak stačí do skupin pozvat přes e-mailovou adresu, automaticky se jim odešle pozvánka na mail a stačí ji jen přijmout.

Poté se vracím zpátky do pracovních balíčků, kde mohu dále definovat pracovní postup, který pojmenuji například KZP a doplním naše 3 účastníky v pořadí, ve kterém se sobě navzájem zodpovídají.



Obrázek 17: Nastavení pracovního balíčku

Zdroj: Autor



Obrázek 18: Definování pracovního postupu

Zdroj: Autor

### 3.3 Tvorba formuláře pro naměřené hodnoty

Součástí mého KZP bude formulář, do něhož chceme přímo na stavbě doplnit hodnoty, které jsme naměřili. Jeho součástí musí být také hodnota pro srovnání (tolerance nebo mezní odchylka).

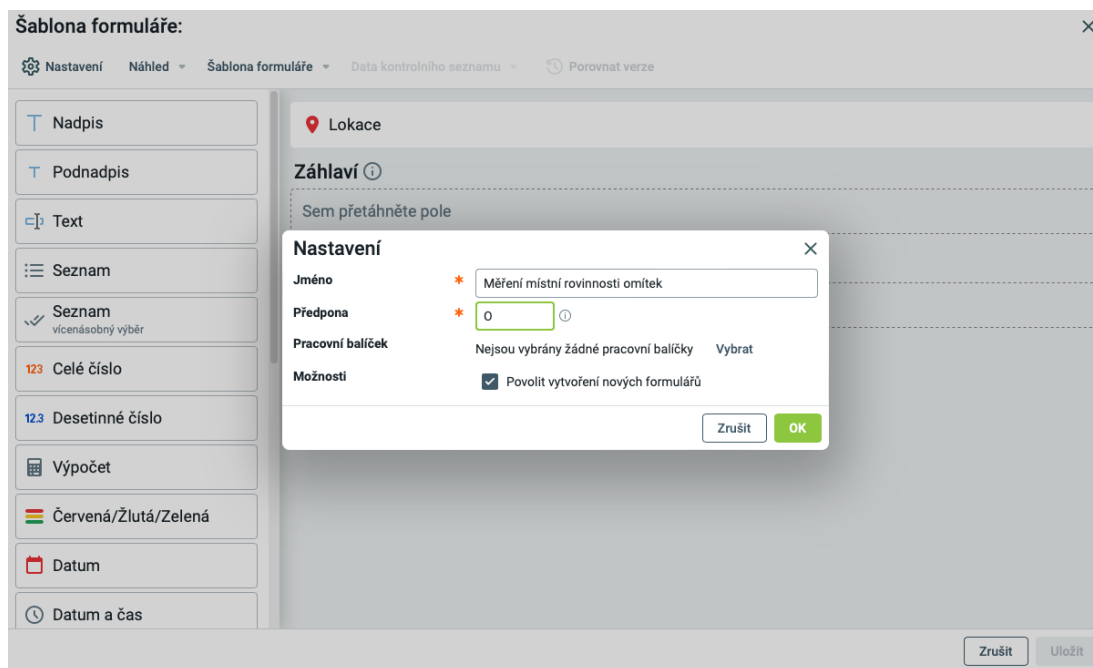
Formulář, který potřebuji, najdu v nastavení na záložce „Field“ a poté „Šablony formulářů“.



Obrázek 19: Menu „Field“

Zdroj: Autor

Zde intuitivně vytvořím nový. Pojmenuji ho „Měření místní rovinnosti omítek“ s předponou „O“.

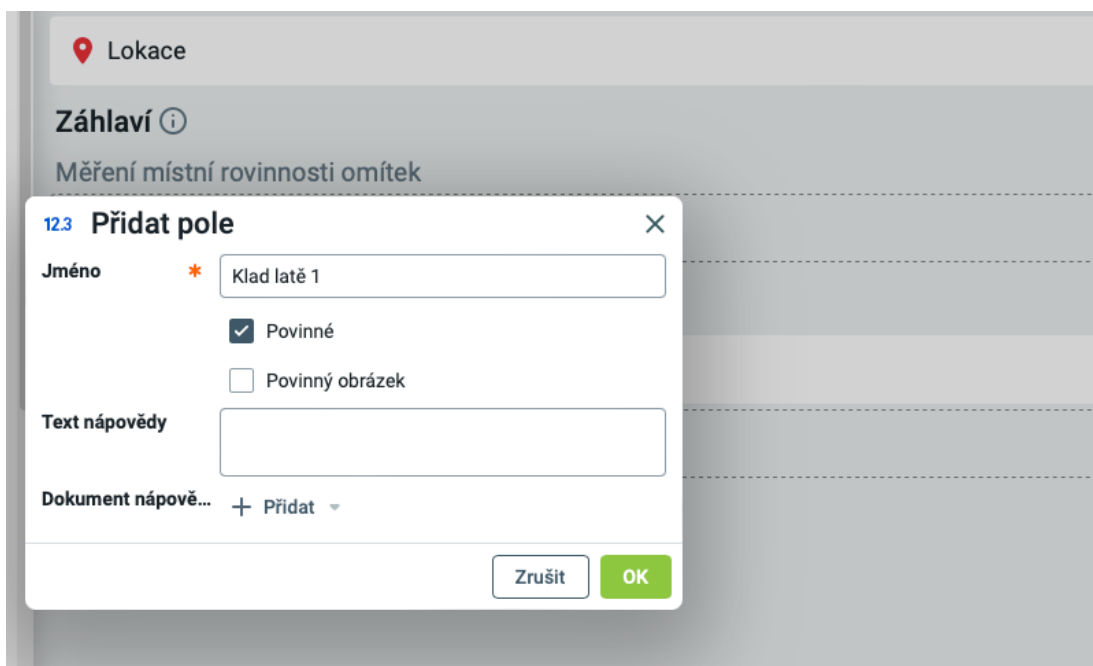


Obrázek 20: Tvorba formuláře

Zdroj: Autor

Otevře se mi editovatelné volné pole, kam mohu přetahovat různorodé funkce. Do záhlaví přetahuji pole „Nadpis“ a opisuji název celého formuláře. Do datového pole následně umísťuji pětkrát pole „Desetinné číslo“, což mi bude značit 5 kladů latě, jak následně pole

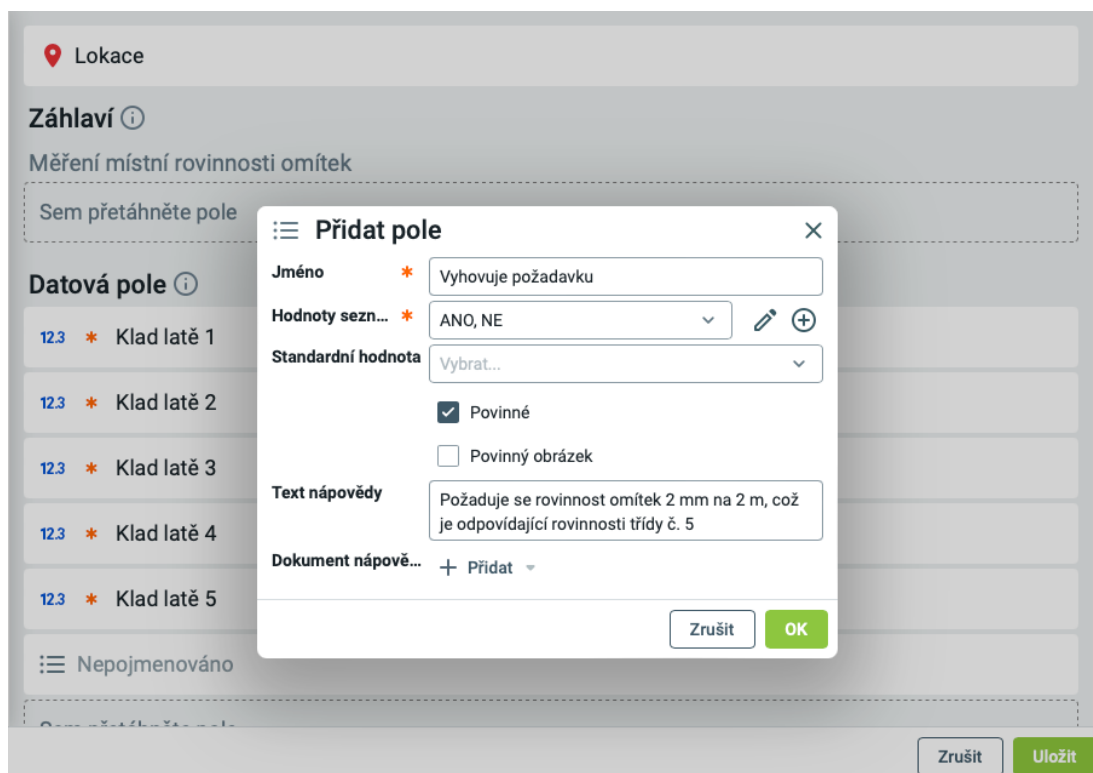
i pojmenuji, zaškrtvám „Povinné“, mám volbu přidat nápovědu (mohl bych zde například popsat, jak se má konstrukce správně kontrolovat/měřit), zároveň lze připojit i dokument nápovědy (výňatek z normy nebo fotografie například správného kladu latě), mně to v tomto případě stačí bez nápověd.



Obrázek 21: Funkce „Desetinné číslo“

Zdroj: Autor

Dále přetahuji pole „Seznam“, které pojmenuji „Vyhovuje požadavku“, dále nadefinuji hodnoty seznamu, což jsou pro mě odpovědi na otázku, zda měření vyhovuje požadavku, tedy ANO/NE. Opět chci vyplnění tohoto pole povinné a do textu nápovědy tentokrát mohu napsat požadavek, který je zmíněn v předchozí kapitole, tedy že se požaduje rovinnost omítek 2 mm na 2 m, což je odpovídající rovinnosti třídy č. 5.



Obrázek 22: Funkce „Seznam“

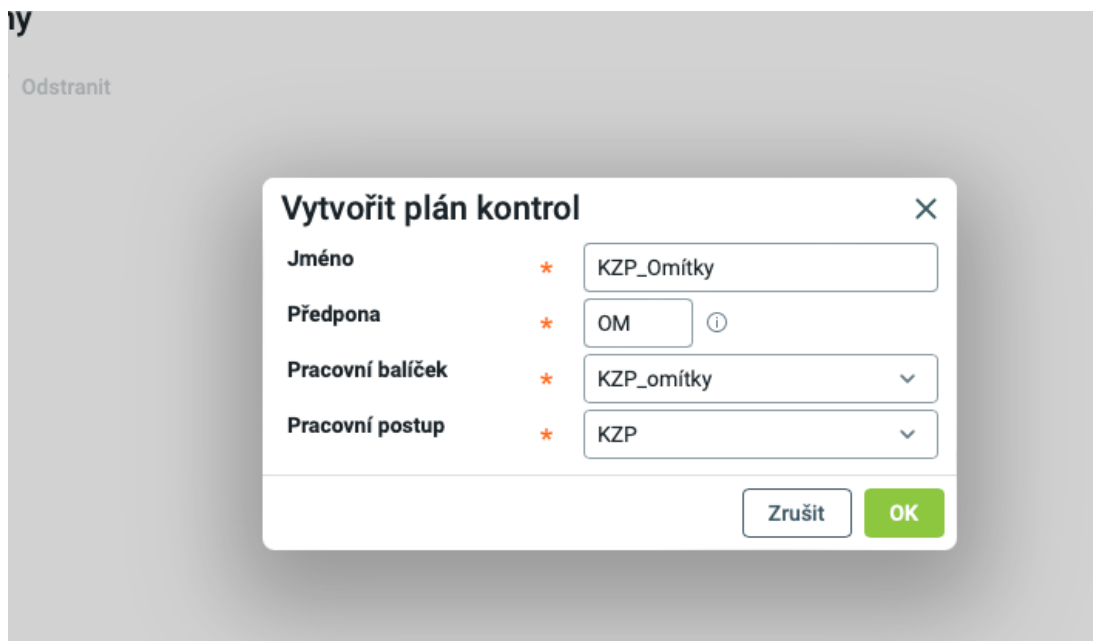
Zdroj: Autor

Dalux mi dává možnost například formulář podepsat, jak bývá zvykem při papírové formě podobných formulářů a protokolů. Mně osobně to přijde ale zbytečné, protože vše bude zaznamenáno s digitální stopou, což znamená, že formulář bude vygenerován s přesným časovým údajem, a hlavně se jménem uživatele, od kterého byl vyplněn. Formulář pro naměřené hodnoty pro KZP mám tedy vytvořený a mohu se vrhnout na finále.

### 3.4 Tvorba KZP

Stejně jako formuláře najdeme KZP v záložce „Field“ pod názvem „Kontrolní a zkušební plány“. Opět vytvářím zcela nový. Název bude znovu originální „KZP\_Omítky“, předpona například „OM“, následně volím pracovní balíček a postup, který jsem vytvořil v předešlé části.





Obrázek 23: Nastavení plánu kontrol

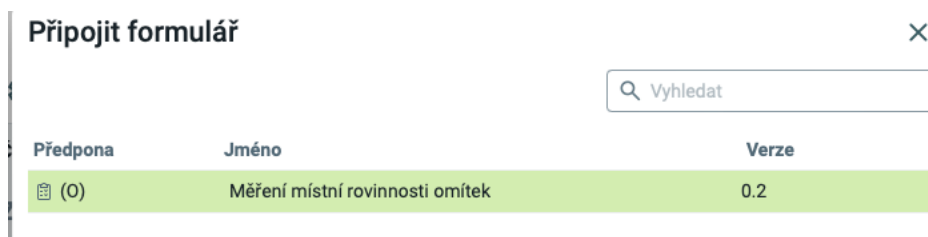
Zdroj: Autor

Nyní se mi otevře editovatelné pole. Nadpis zvolím jako například „KZP – Omítkové systémy“. Vyplním číslo, předmět, metodu, kritéria pro přijetí a dokumentaci (příslušné normy) jako u klasického KZP, jak ho známe. Na konci mám možnost zvolit buď „Komentář a fotografie“ nebo náš „Formulář“, který také vyberu. Zobrazí se mi volba formulářů, kde vybírám mnou vytvořený.



Obrázek 24: Vyplnění KZP

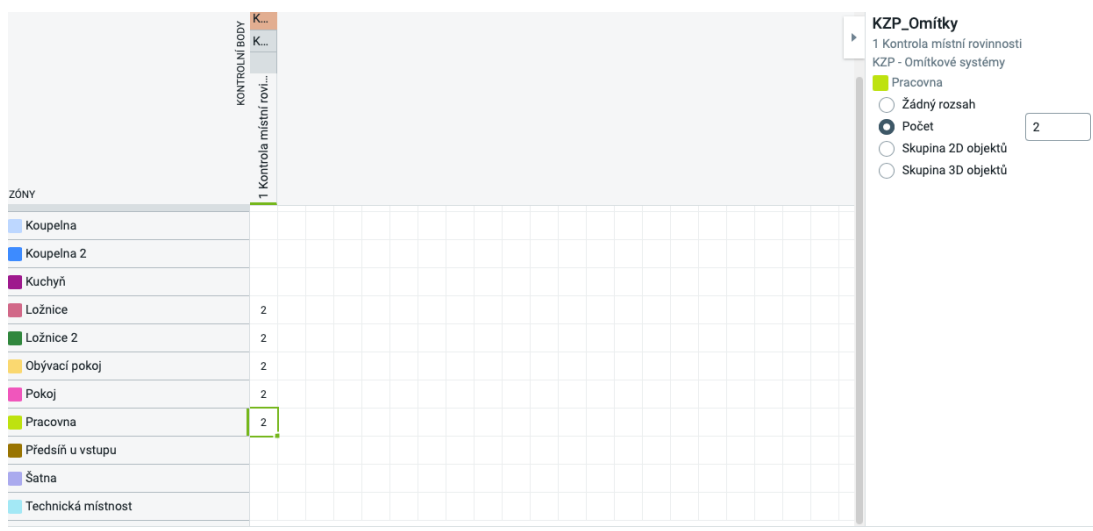
Zdroj: Autor



Obrázek 25: Výběr připojovaného formuláře

Zdroj: Autor

Teď už zbývá jen určit rozsah kontrol v objektu, to znamená, v jaké zóně (místnosti) a kolik toho chci kontrolovat. Dopomůže mi k tomu tlačítko v pravém horním rohu „Přehled rozsahu“. Otevřou se mi dříve připravené zóny v jakési matici, ve které můžu vyplnit u každé místnosti, kolik kontrol budu provádět. U mě to jsou vždy 2 stěny, tedy 2 kontroly.



Obrázek 26: Definování prováděných kontrol

Zdroj: Autor

Na základě tohoto vytvořeného KZP je naplánováno aktuálně 10 kontrol, které se zaznamenávají do grafu podle úrovně rozpracovanosti. Místní rovinnost lze teď také odkontrolovat pohodlně z mobilu nebo tabletu přímo na stavbě a zároveň zapsat výsledky. Pokud kontrola nesplní požadavky, ihned mohu vytvořit úkol, který bude automaticky přesměrován na příslušného pracovníka, jemuž přijde upozornění.

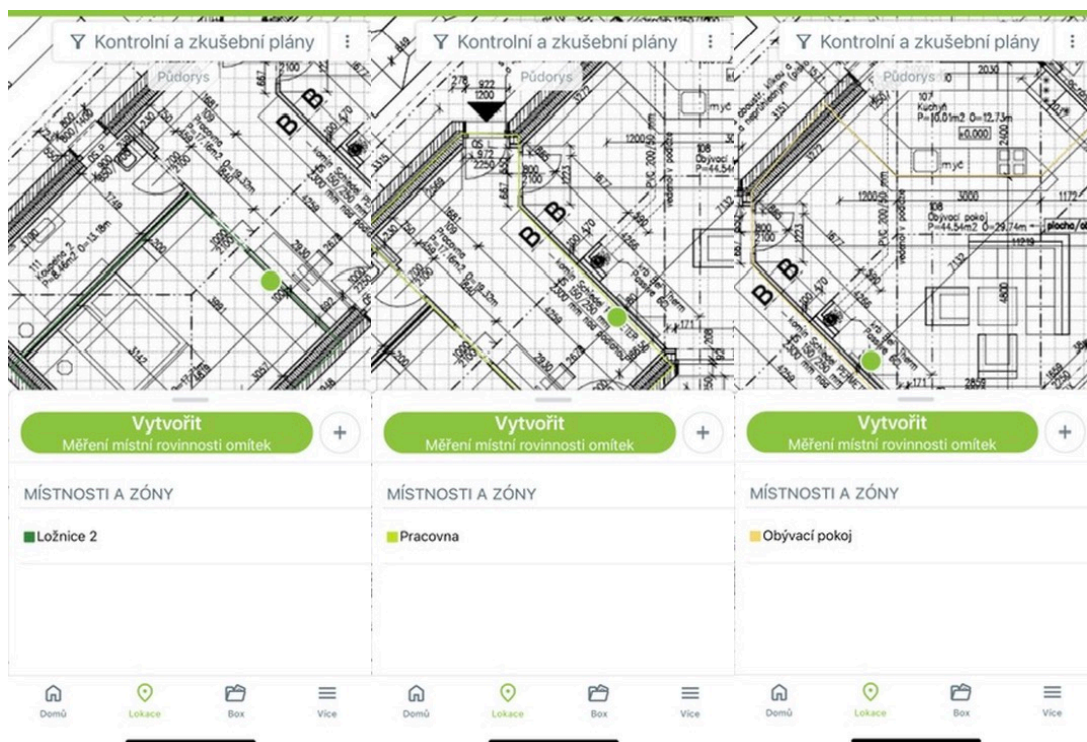
### KZP - Omítkové systémy

|   |                            |  |   |                      |                                |    |
|---|----------------------------|--|---|----------------------|--------------------------------|----|
| 1 | Kontrola místní rovinnosti | Měřením za pomoci dvoumetrové latě bez vyrovnávacích podložek, měření ve vzdálenosti 100 mm od hran konstrukcí | 10 naplánováno (5 ...<br>● 10 neprobíhá | Třída 5 - 2 mm na 2m | ČSN EN 13914-2,<br>ČSN 73 0205 | 0% |
|---|----------------------------|--|---|----------------------|--------------------------------|----|

Zobrazit podrobnosti

**Obrázek 27: Ukázka připravených kontrol**

**Zdroj: Autor**



**Obrázek 28: Ukázka zón v mobilní aplikaci**

**Zdroj: Autor**

Takto jsem nyní připravil v jednotlivých krocích kontrolní a zkušební plán pro kontrolu místní rovinnosti omítek. V podstatě totožnými kroky nadefinuji KZP pro kontrolu místní rovinnosti podlah včetně formuláře pro zapisování odchylek, aby vše bylo nachystáno pro další práci.

### KZP - Podlahy

|   |                            |  |  |              |                     |    |
|---|----------------------------|--|--|--------------|---------------------|----|
| 1 | Kontrola místní rovinnosti | Měřením za pomoci dvoumetrové latě s vyrovnávacími podložkami, měření ve vzdálenosti 100 mm od hran konstrukcí | 5 naplánováno (5 zón)<br>● 5 neprobíhá | +2 mm na 2 m | ČSN 74 4505 Podlahy | 0% |
|---|----------------------------|--|--|--------------|---------------------|----|

Zobrazit podrobnosti

**Obrázek 29: KZP pro podlahy**

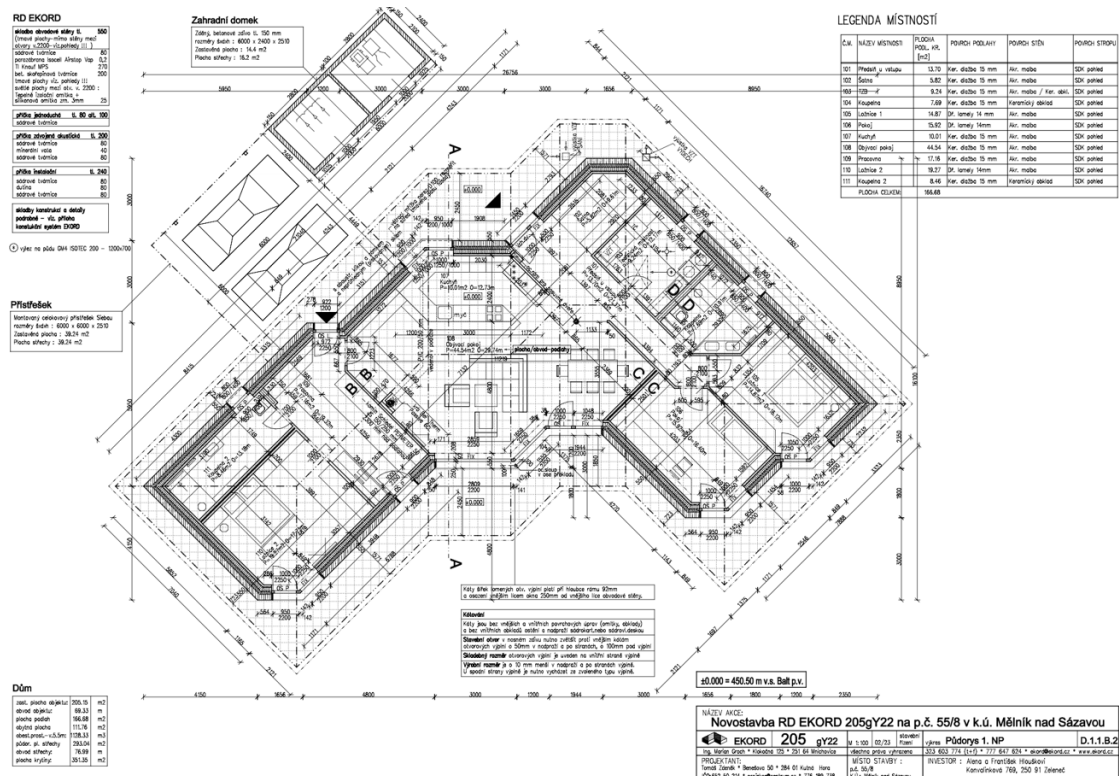
**Zdroj: Autor**

## 4 Provedení vybraných kontrol a měření

V této kapitole odkontroluji a změřím odchylky u podlah a omítek na předem vybraném objektu. Vše zaznamenám a vyhodnotím. Postup měření popíši v následujících podkapitolách. Měření bylo prováděno v souladu s nabytými znalostmi na předmětu Manažerství kvality ve stavebnictví na katedře technologií.

### 4.1 Popis vybraných konstrukcí

Pro měření odchylek jsem si vybral objekt rodinného domu EKORD v Mělníku nad Sázavou. Příčky jsou ze sádrových desek Multigips a omítnuté jsou odpovídající sádrovou omítkou MP 103 L Kalkgips plus, omítky byly prováděny ručně. Hrubé podlahy tvoří betonový potěr.



Obrázek 30: Půdorys objektu

Zdroj: Autor



Obrázek 31: Situace uvnitř objektu

Zdroj: Autor

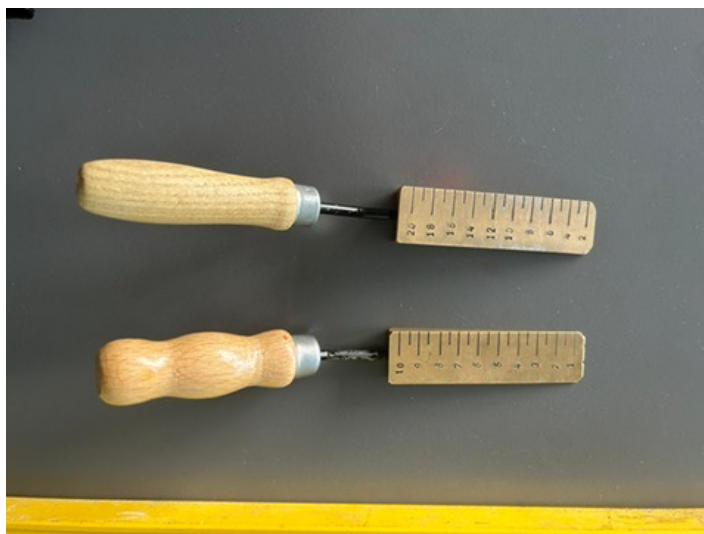
## 4.2 Popis průběhu měření a kontroly

K měření místní rovinnosti byla použita lať délky 2 metrů s nastavitelnými podložkami a 2 měrné klínky, první výšky 10 mm a druhý výšky 20 mm.



Obrázek 32: Měrná lať

Zdroj: Autor

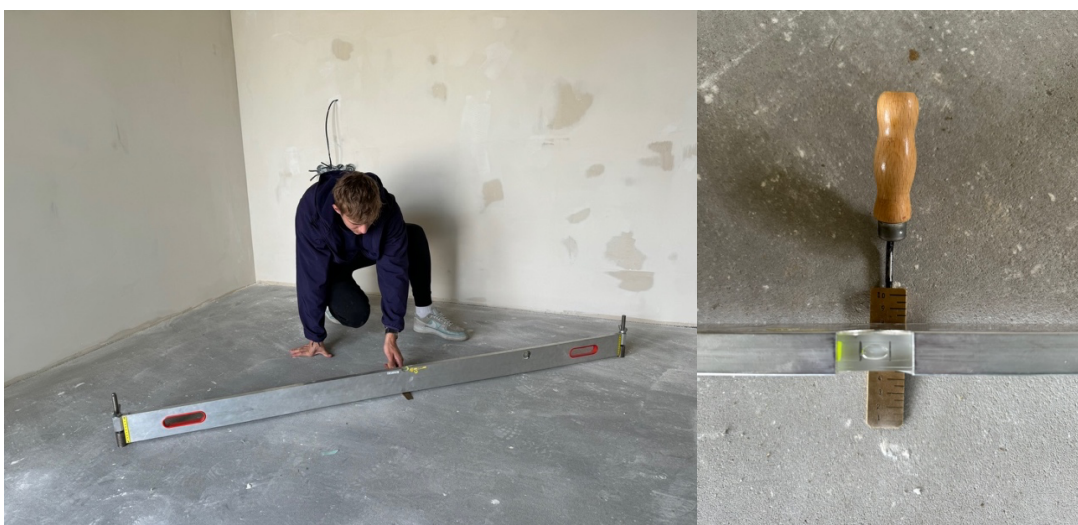


Obrázek 33: Měrné klínky

Zdroj: Autor

#### **4.2.1 Kontrola a měření podlahy**

Pro kontrolu místní rovinnosti podlahy jsem vybral celkem 5 místností o celkové ploše necelých 100 m<sup>2</sup>. Ve smlouvě o dílo (dále jen SoD) pro tento objekt je uveden požadavek na rovinnost potěru na  $\pm 2$  mm na 2 m. Před samotným kladením jsem na obou koncích latě nastavil podložky do stejné výšky. V každé místnosti jsem provedl 5 kladů latě s 5 měřeními. Klady jsem prováděl ve vzdálenosti minimálně 100 mm od svislých konstrukcí. Od změřených odchylek jsem odečetl nastavenou výšku podložek.



Obrázek 34: Průběh měření

Zdroj: Autor

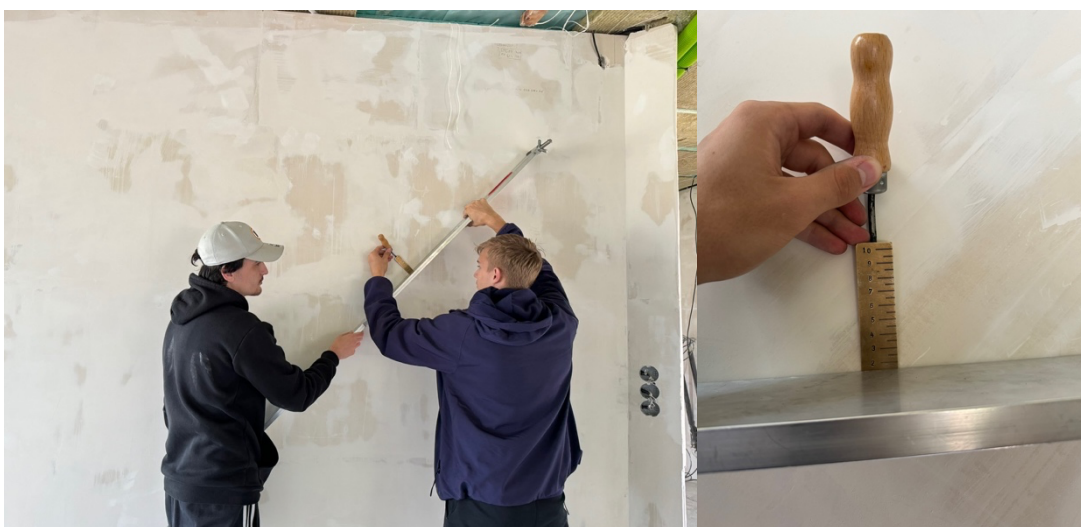


*Obrázek 35: Měření a zapisování*

*Zdroj: Autor*

#### **4.2.2 Kontrola a měření omítek**

Omítky jsem kontroloval ve stejných 5 místnostech jako v předchozím případě, kdy jsem v každé z místností vybral 2 stěny s největší plochou. V SoD bylo uvedeno, že se požaduje rovinnost omítek 2 mm na 2 m, což je odpovídající rovinnosti třídy č. 5. V tomto případě měření probíhalo bez podložek. Na každé stěně jsem provedl opět 5 kladů latě ve vzdálenosti 100 mm od hranice konstrukce. Pomocí zasunutí měrného klínku jsem změřil největší prohlubně.



*Obrázek 36: Průběh měření*

*Zdroj: Autor*



*Obrázek 37: S dobrou náladou jde všechno lépe*

*Zdroj: Autor*

## **5 Zápis naměřených hodnot a vyhodnocení kontrol**

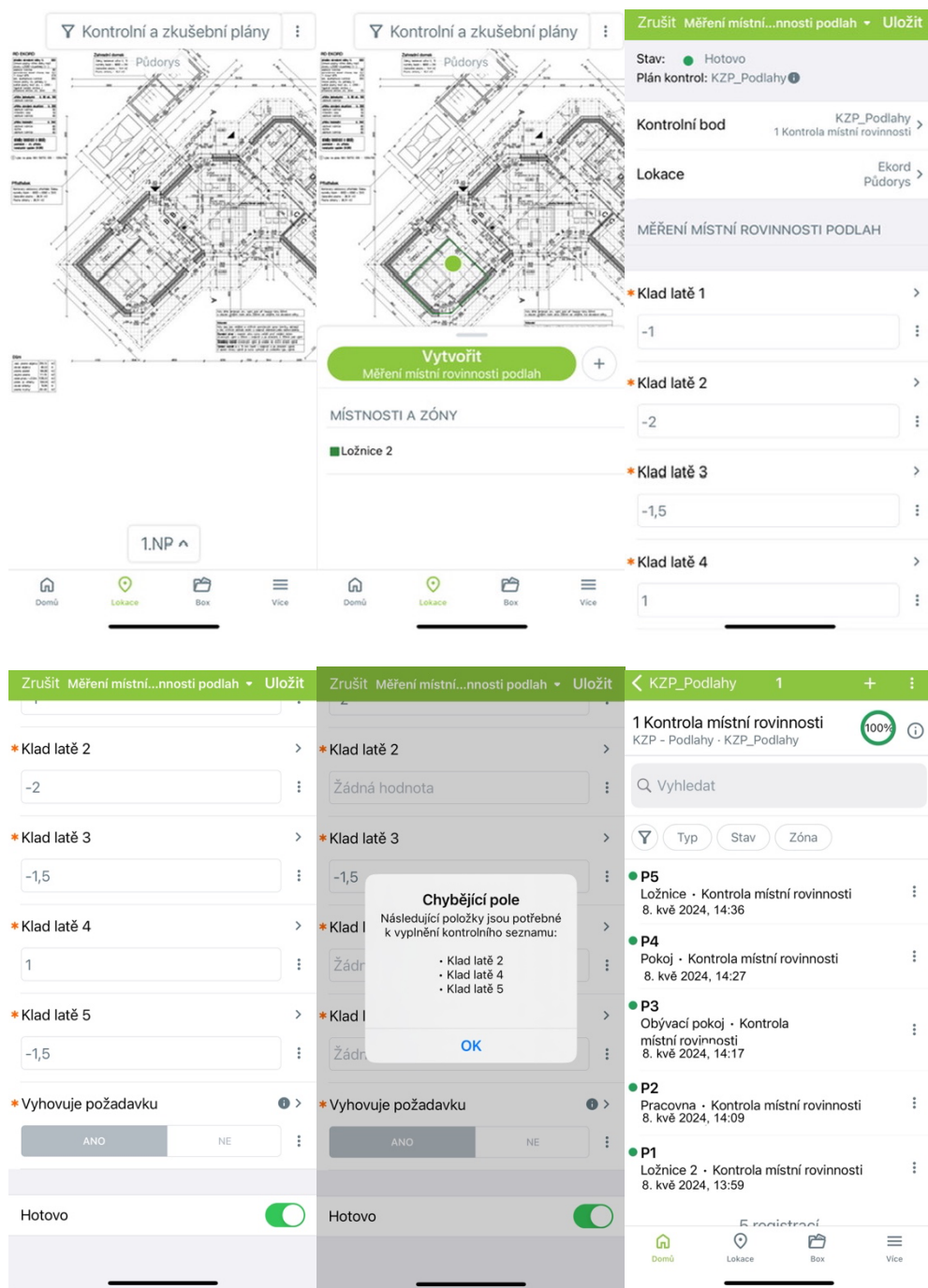
V této kapitole nejdříve odprezentuji průběh zápisu a vyhodnocení kontrol v aplikaci Dalux na mobilním telefonu a jak vypadá konečný výsledek. Poté ukážu podobnou práci ve zjednodušené klasické podobě, kdy jednoduchý KZP byl připraven v programu Microsoft Excel a vtištěn na papír a pracovní verze protokolu s měřenými hodnotami byla sepsána do poznámek v iPadu.

### **5.1 Zápis a vyhodnocení v Daluxu**

V mobilní aplikaci jsem si v lokacích otevřel výkres a v horním panelu vyfiltroval kontrolní a zkušební plány, konkrétně KZP na podlahy, protože ty jsem měřil a kontroloval jako první. Dále jsem klikl na místnost ve výkrese, kterou jsem se chystal odkontrolovat, to byla Ložnice 2. Zvolil jsem možnost „Vytvořit Měření místní rovinnosti podlah“ a otevřel se mi dříve vytvořený formulář s jednotlivými klady latě, ty jsem postupně s měřením vyplňoval. Když byly všechny klady vyplněny, porovnal jsem, zda největší naměřená odchylka nepřekračuje mezní odchylku. Vše bylo



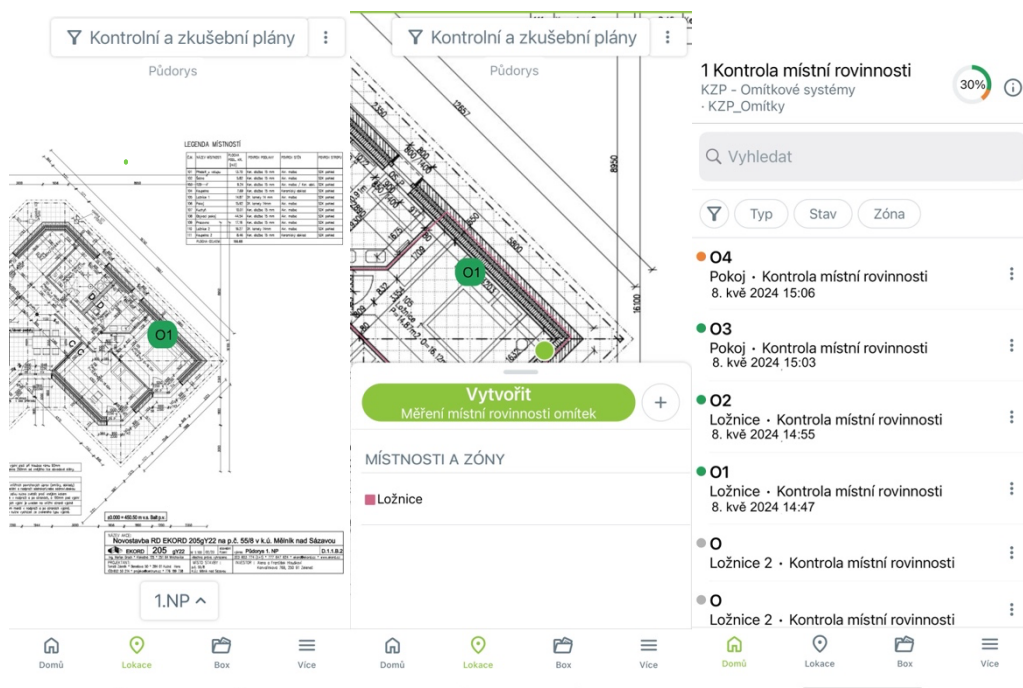
v pořádku, mohl jsem tedy zakliknout „ANO“, označit formulář jako hotový a uložit ho. Totožně probíhala práce v ostatních místnostech. Pokud bych zapomněl některé hodnoty zapsat nebo změřit, aplikace mě nepustí dál, dokud to nenapravím, jak je naznačeno na obrázku. Po změření se vše propíše do přehledu, kde je jasně vidět, která místnost je odkontrolována a v kolik hodin se tak stalo.



Obrázek 38: Práce v aplikaci při kontrole podlah

Zdroj: Autor

Obdobně jsem postupoval při kontrole omítek, pouze s tím rozdílem, že zde jsem v každé místnosti odkontroloval 2 stěny. Vyplňoval a vyhodnocoval jsem tedy 10 formulářů. Při kontrole a měření čtvrté stěny přijel majitel a byl jsem tak vyrušen, nicméně postup jsem uložil, abych se mohl vrátit v místě, kde jsem skončil, což se propsalo jako oranžově označené políčko.



Obrázek 39: Práce v aplikaci při kontrole omítek

Zdroj: Autor

## 5.2 Zápis a vyhodnocení bez aplikace

Pro tento účel jsem si připravil 2 zjednodušené formy KZP v MS Excel, který se v praxi běžně používá, jak už jsem zmiňoval dříve. Jednoduchou pracovní verzi protokolu pro zápis a vyhodnocení měření jsem si nachystal v poznámkách na tabletu, který obsluhoval můj pomocník, zatímco já měřil a v mezích času zapisoval do aplikace.

|                                     |                          |                            |   |                        |                    |                           |                      |          |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|---|------------------------|--------------------|---------------------------|----------------------|----------|
| Kontrolní a zkušební plán<br>podlah |                          | Číslo zakázky              | 707   |                        |                    |                           |                      |          |
|                                     |                          | Název zakázky              | Ekord Mělník  |                        |                    |                           |                      |          |
| Číslo položky                       | Předmět kontroly/zkoušky | Průběh zkoušky             | Metoda provádění, pomůcky   | Kritéria přijatelnosti | Technické podklady | Četnost provádění kontrol | Kontrolu provádí     | Záznam   |
| 1                                   | 2                        | 3                          | 4   | 5                      | 6                  | 7                         | 8                    | 9        |
| Fáze předávání díla                 |                          |                            |   |                        |                    |                           |                      |          |
| 1                                   | Geometrická přesnost     | Kontrola místní rovinnosti | Měření za pomoci dvoumetrové latě s vyrovnávacími podložkami, měření ve vzdálenosti 100 mm od hran konstrukcí | ±2 mm na 2m            | ČSN 74 4505        | Každá obytná místnost     | Stavbyvedoucí, mistr | Protokol |
| Vypracoval:                         |                          |                            |   |                        |                    |                           |                      |          |
| Jméno:                              |                          | Roman Šmil                 | Podpis:   |                        |                    |                           |                      |          |
| Funkce:                             |                          | Stavební                   | Datum:  | 8.5.2024               |                    |                           |                      |          |

Obrázek 40: KZP podlah

Zdroj: Autor

|                                     |                          |                            |   |                        |                             |                           |                      |          |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|---|------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|----------|
| Kontrolní a zkušební plán<br>omítek |                          | Číslo zakázky              | 707   |                        |                             |                           |                      |          |
|                                     |                          | Název zakázky              | Ekord Mělník  |                        |                             |                           |                      |          |
| Číslo položky                       | Předmět kontroly/zkoušky | Průběh zkoušky             | Metoda provádění, pomůcky   | Kritéria přijatelnosti | Technické podklady          | Četnost provádění kontrol | Kontrolu provádí     | Záznam   |
| 1                                   | 2                        | 3                          | 4   | 5                      | 6                           | 7                         | 8                    | 9        |
| Fáze předávání díla                 |                          |                            |   |                        |                             |                           |                      |          |
| 1                                   | Geometrická přesnost     | Kontrola místní rovinnosti | Měření za pomoci dvoumetrové latě bez vyrovnávacích podložek, měření ve vzdálenosti 100 mm od hran konstrukcí | Třída 5 - 2 mm na 2m   | ČSN EN 13914-2, ČSN 73 0205 | Každá omítnutá plocha     | Stavbyvedoucí, mistr | Protokol |
| Vypracoval:                         |                          |                            |   |                        |                             |                           |                      |          |
| Jméno:                              |                          | Roman Šmil                 | Podpis:   |                        |                             |                           |                      |          |
| Funkce:                             |                          | Stavební                   | Datum:  | 8.5.2024               |                             |                           |                      |          |

Obrázek 41: KZP omítek

Zdroj: Autor

Pracovní protokol pro kontrolu místní rovinnosti podlah

Měření odchylka  
± 2 mm na 2 m

1. Ložnice 2

|         | 1. Bod | 2. Bod | 3. Bod | 4. Bod | 5. Bod | Max  |   |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|------|---|
| 1. Klád | -1     | -1     | 0,5    | 1      | -0,5   | -1   | ✓ |
| 2. Klád | -2     | -2     | -1,5   | -1     | 1      | -2   | ✓ |
| 3. Klád | 0,5    | -1     | -1,5   | -0,5   | -1     | -1,5 | ✓ |
| 4. Klád | 0      | -0,5   | -1     | 1      | 1      | 1    | ✓ |
| 5. Klád | -1     | -1,5   | 1      | 1,5    | -1     | -1,5 | ✓ |

2. Pracovna

|         | 1. Bod | 2. Bod | 3. Bod | 4. Bod | 5. Bod |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. Klád |        |        |        |        |        |
| 2. Klád |        |        |        |        |        |
| 3. Klád |        |        |        |        |        |
| 4. Klád |        |        |        |        |        |
| 5. Klád |        |        |        |        |        |

3. Obývací pokoj

|         | 1. Bod | 2. Bod | 3. Bod | 4. Bod | 5. Bod |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. Klád |        |        |        |        |        |
| 2. Klád |        |        |        |        |        |
| 3. Klád |        |        |        |        |        |
| 4. Klád |        |        |        |        |        |

Obrázek 42: Ukázka rozpracovaného protokolu podlah

Zdroj: Autor

| Pracovní protokol pro kontrolu místní osvětlivosti omítek |        | 2 min na 2 m |        |
|---|--------|--------------|--------|
| 1. Ložnice  |        |              |        |
| Stěna 1   | Měření | Stěna 2      | Měření |
| 1. Klad   | 2      | 1. Klad      | 0      |
| 2. Klad   | 1      | 2. Klad      | 0,5    |
| 3. Klad   | 1,5    | 3. Klad      | 1      |
| 4. Klad   | 2      | 4. Klad      | 0      |
| 5. Klad   | 1      | 5. Klad      | 1,5    |
| 2. Pokoj  |        |              |        |
| Stěna 1   | Měření | Stěna 2      | Měření |
| 1. Klad   | 1      | 1. Klad      | 0      |
| 2. Klad   | 2      | 2. Klad      | 0,5    |
| 3. Klad   | 1,5    | 3. Klad      |        |
| 4. Klad   | 0,5    | 4. Klad      |        |
| 5. Klad   | 1      | 5. Klad      |        |
| 3. Obývací pokoj  |        |              |        |
| Stěna 1   | Měření | Stěna 2      | Měření |
| 1. Klad   |        | 1. Klad      |        |
| 2. Klad   |        | 2. Klad      |        |

Obrázek 43: Ukázka rozpracovaného protokolu omítek

Zdroj: Autor

## 6 Diskuse

### 6.1 Porovnání procesů kontroly běžným způsobem a v aplikaci

Pokusím se srovnat tyto dvě cesty, které jsem se ve své práci snažil hlouběji zkoumat. Na práci v aplikaci se mi líbilo, že vše šlo vyplnit a vyhodnotit přímo z mobilního zařízení. Z časového hlediska se jednalo o pro mě subjektivně rychlejší a příjemnější variantu než psát tužkou na papír (v našem případě tablet) nebo pracovat s Excelem či jiným tabulkovým editorem, kdy většinou následuje nutnost tisku. S tím se zároveň váže další výhoda, a to absence jakýchkoliv papírů, které se zrovna v tak rušném prostředí, jakým každá stavba je, mohou lehce založit, znehodnotit nebo dokonce nadobro ztratit. Časové hledisko, které zmiňuji, je ovšem diskutabilní vzhledem k investici právě času do nejdříve zaškolení se ať už v Daluxu nebo jiné podobné aplikaci či

programu a následně definování a vytvoření těchto samotných KZP a potřebných formulářů. Je ale nutno podotknout, že podobný proces tvorby a definování musíme udělat alespoň v Daluxu pouze jednou, protože pak vše funguje jako šablona, ze které lze snadno cokoliv kopírovat, takže čas v další fázi naopak ušetříme. Já osobně, i když jsem se zprvu učení se v aplikaci bál, tak musím konstatovat, že šlo o zbytečnou obavu. Již po několika pár minutách jsem se dokázal přirozeně pohybovat v novém prostředí a pomalu získával automatismy. Konkrétně při měření jsem zpozoroval, že práce s telefonem mi umožňuje jakousi větší samostatnost, kdy jsem byl schopen například při měření podlah jednou rukou měřit a druhou rovnou výsledky zapisovat. Naopak nevýhodou, která se mi stala však pouze jednou, může být špatná optimalizace nebo chyba v přenosu dat. V mém případě se jednalo o nahrávání výkresu, který se následně nechtěl propst na všechna zařízení. Jako velkou výhodu vidím lokalizaci kontroly nebo problému přímo v projektu potažmo na výkrese. Samozřejmostí je jasné a transparentní určení odpovědnosti. U digitalizace jsou jednou z předností také ušetřené náklady, což já bohužel nemohu posoudit vzhledem k volbě kontrolovaného objektu a časové dotaci pro tuto práci. Určitě to může být ale téma pro další navazující práce. Další přednost, které jsem se dotkl jen okrajově a kterou lze určitě lépe popsat a prozkoumat, je zvýšená efektivita procesů, kdy například právě z KZP můžeme zadávat vady a nedodělky.

## **6.2 Zhodnocení silných stránek a omezení digitalizace**

Mezi hlavní silné stránky patří zvýšená efektivita procesů, lepší sledovatelnost a transparentnost (digitální stopa, elektronický podpis), a také možnost snadné aktualizace a sdílení informací. Digitalizace umožňuje také snadnější integraci s dalšími systémy a technologiemi v rámci stavebního procesu. Na druhé straně je tu ale několik omezení, která by měla být zohledněna při jakékoliv snaze digitalizovat. Mezi ně spadá potřeba investice do technologií a školení zaměstnanců, aby byli

**schozni efektivně pracovat s novými systémy. Dále je důležité zabezpečení dat a ochrana před možnými kybernetickými hrozbami. Celkově lze konstatovat, že digitalizace kontrolního a zkušebního plánu ve stavebnictví má významný potenciál pro zlepšení procesů a kvality práce. Správná implementace a správa digitálních nástrojů může přinést mnoho výhod a přispět k efektivnějšímu a transparentnějšímu stavebnímu procesu.**

## **Závěr**

V mé bakalářské práci jsem se nejdříve snažil ukázat, jak podstatnou roli sehrává kvalita ve stavebnictví. Lehce jsem se dotkl historie a osobností, které se snažily kvalitu definovat a postupně utvářely něco, čemu dnes říkáme management kvality. Dále jsem představil cíle a popsal hlavní myšlenky digitalizace, a proč je pro nás důležitá, objasnil jsem též důležité pojmy týkající se BIM problematiky.

V rešerši se zaměřuji na několik aplikací, které dokážou částečně digitalizovat základní procesy ve stavebních firmách nebo obsahují databáze kontrolních a zkušebních plánů. Popsal jsem jejich základní funkce a možnosti. Myslel jsem, že se mi povede tuto oblast lépe a hlouběji zpracovat, bohužel zkoumání, zkoušení aplikací a programů bylo docela časově náročné. Navíc vývoj v tomto odvětví se neustále hýbe směrem kupředu.

Další kapitola se zabývá a popisuje implementaci kontrolního a zkušebního plánu a formuláře pro zápis naměřených hodnot do aplikace Dalux. To se mi podařilo, stejně jako odkontrolovat a zapsat změřené odchylky pomocí aplikace na mnou vybraném objektu a konstrukcích. Tím byly splněny všechny cíle této bakalářské práce.

Celkově lze konstatovat, že digitalizace jako taková je velice rozsáhlým a komplexním tématem, a nejen v kvalitě spočívá její velký potenciál. Vzhledem k dnešní zrychlené době a turbulentnímu vývoji veškerých technologií je důležité se snažit sledovat a reagovat na výzvy, které tato oblast přináší.

## **Zdroje a použitá literatura**

### **Normy**

[1] ČSN EN ISO 9001:2016 (ISO 9001:2015). *Systémy managementu kvality – Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), 2016.

[2] ČSN EN ISO 9000:2016 (ISO 9000:2015). *Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), 2016.

### **Závěrečné práce**

[19] UMLAUF, Michal. *Kontrolní a zkušební plán (KZP)*. Praha, 2019. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Jaroslava Tománková, Ph.D. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/80950>

[28] KOŠATKA, Tomáš. *Využití BIM při realizaci stavby a kontrole kvality*. Praha, 2019. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Michal Kovářík. Dostupné z: [https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/81093/F1-DP-2019-Kosatka-Tomas-DP\\_Kosatka\\_Prace\\_190106.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/81093/F1-DP-2019-Kosatka-Tomas-DP_Kosatka_Prace_190106.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[32] ČERNÁ, Kateřina. *Problematika robotického zedění*. Praha, 2023. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Karel Polák, Ph.D. Dostupné z: [https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/110380/F1-BP-2023-Cerna-Katerina-Problematika\\_robotickeho\\_zdeni.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/110380/F1-BP-2023-Cerna-Katerina-Problematika_robotickeho_zdeni.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



[36] ČERVENÝ, Milan. *Digitalizace kontroly ve stavebnictví*. Praha, 2020. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Linda Veselá Ph.D. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/93457/F1-DP-2020-Cervený-Milan-F1-DP-2020-Cervený-Milan-DP%20Cervený%20Milan.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

### **Přednášky**

[21] VESELÁ, Linda. *Tvorba dokladů systému kvality z pohledu realizace* [přednáška]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební.

[23] VESELÁ, Linda. *Postup kontroly geometrických parametrů a jejich vyhodnocení* [přednáška]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební.

[24] VESELÁ, Linda. *Geometrické tolerance staveb* [přednáška]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební.

[27] SYNEK, Jaroslav. *Propojení účastníků projektu* [přednáška]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební.

### **Použité elektronické dokumenty**

[4] Frederick Winslow Taylor. *Frederick W. Taylor – "otec vědeckého řízení"* [online]. Česko: Mgr. Jana Bejčková, 2015 [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25767n-frederick-winslow-taylor-quot-otec-vedeckeheho-rizeni-quot>

[5] Walter A. Shewhart. *Walter A. Shewhart – Father of statistical quality control* [online]. USA: American Society for Quality, 2024 [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://asq.org/about-asq/honorary-members/shewhart>

[6] William Edwards Deming. *William Edwards Deming* [online]. Česko: Encyklopedie BOZP, 2018 [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: [https://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/William\\_Edwards\\_Deming](https://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/William_Edwards_Deming)

[7] Joseph M. Juran. *Dr. Joseph M. Juran* [online]. USA: Juran Institute, 2024 [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://www.juran.com/about-us/dr-jurans-history/>

[8] Juranova trilogie. *More About the Juran Trilogy* [online]. USA: Juran Institute, 2024 [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://www.juran.com/blog/the-juran-trilogy-2/>

[9] Kaoru Ishikawa. *Kaoru Ishikawa* [online]. USA: American Society for Quality, 2024 [cit. 2024-03-27]. Dostupné z: <https://asq.org/about-asq/honorary-members/ishikawa>

[10] Fishbone Diagram. *Diagram příčin a následků* [online]. Česko: Ing. Radek Levay, 2016 [cit. 2024-03-27]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=26>

[11] Philip B. Crosby. *Philip Crosby – The Guru of Quality Management* [online]. USA: American Society for Quality, 2024 [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: <https://asq.org/about-asq/honorary-members/crosby>

[12] Genichi Taguchi. *Genuchi Taguchi* [online]. USA: American Society for Quality, 2024 [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: <https://asq.org/about-asq/honorary-members/taguchi>

[13] Demingův cyklus. *ISIT software CZ* [online]. Česko: ISIT SOFTWARE CZ s.r.o., 2024 [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: <https://isitcz.cz>

[15] PDCA metoda (Demingův cyklus). *WHAT IS THE PLAN-DO-CHECK-ACT (PDCA) CYCLE?* [online]. USA: American Society for Quality, 2024 [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: <https://asq.org/quality-resources/pdca-cycle>

[16] Opakovaný cyklus PDCA. *Continuous improvement with PDCA* [online]. USA: Mohammed-Amine Rouh, 2017 [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: <https://medium.com/@amine.rouh/continuous-improvement-with-pdca-357ae742bc49>

[17] Kontrolní a zkušební plán. *Kontrola kvality* [online]. Česko: Contec.cz [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: <http://www.contec.cz>

[18] Kontrolní a zkušební plán. *Kontrolní plán* [online]. Česko: Ing. Jiří Chaloupka, 2008-2010 [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: <http://www.chaloupka-kvalita.cz/kontrolni-plan>

[20] Kontrolní a zkušební plán. *Plán kvality a kontrolní a zkušební plán* [online]. Česko: Stavební klub.cz, Verlag Dashöfer, nakladatelství, spol. s.r.o., 1997-2024 [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: [https://www.stavebniklub.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR\\_T%20UAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a\\_RmSdJyeRJhvvhWt6GT3USXlrOLClej2W%20ABygMCCPY2vEYZhiCp7abrfsRA](https://www.stavebniklub.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR_T%20UAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a_RmSdJyeRJhvvhWt6GT3USXlrOLClej2W%20ABygMCCPY2vEYZhiCp7abrfsRA)

[22] Ukázka KZP v programu Contec. *K tvorbě kontrolních a zkušeb. plánů dle modelu realizace stavby* [online]. Prof. Ing. Čeněk Jarský, DrSc. [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: <http://technologie.fsv.cvut.cz/veda-a-vyzkum/odborne-clanky/k-tvorbe-kontrolnich-a-zkuseb-planu-dle-modelu-realizace-stavby>

[25] Nezbytné zvýšení produktivity ve stavebnictví. *Digitální kontrola kvality stavebních prací* [online]. ČVUT Praha, Fakulta stavební, katedra technologie staveb: Ing. Jaroslav Synek, Ph. D., 2020 [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/20156-digitalni-kontrola-kvality-stavebnich-praci>

[26] Definice BIM. *A co je vlastně ten BIM?* [online]. Praha: BIM POINT, 2022 [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://www.bim-point.com/blog/a-co-je-vlastne-ten-bim#:~:text=BIM%20je%20sdílení,informací%20pro%20celý%20tým%20projektu.>

[29] Zkratky a pojmy BIM. *7 základních BIM zkratk, na které narazíte v každém projektu* [online]. Praha: BIM POINT, 2021 [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://www.bim-point.com/blog/bim-zkratky#:~:text=BIM%20Protokol%20je%20souis%20pravidel,požadavků%20souvisejících%20s%20informačním%20modelem.>

[31] Průmysl 4.0. *Průmysl 4.0* [online]. Brno: LEAN INDUSTRY, 2024 [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://www.leanindustry.cz/prumysl-4-0/>

[33] *Dalux* [online]. Denmark: Dalux Copenhagen, 2024 [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.dalux.com/cs/>

[34] Fieldwire. *Jobsite Management For Construction Teams* [online]. San Francisco, CA: Fieldwire, 2024 [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.fieldwire.com>

[35] *Autodesk Build* [online]. CA: Autodesk, 2024 [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://help.autodesk.com/view/BUILD/ENU/>

[37] PlanRadar. *Jedna platforma pro celý životní cyklus budovy* [online]. Vídeň, Rakousko: PlanRadar, 2024 [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/cs/>

### **Použitá tištěná literatura**

[3] Nenadálová, L.; Horčíčková, E. *Management kvality – jeho role a využití ve stavebnictví v období krize* In: Management a ekonomika stavebnictví (2011), Sborník příspěvků ze studentské vědecké konference. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2011, pp. 71-76. ISBN 978-80-01-04911-2

[14] ŠIMONOVÁ, Stanislava. *Modelování procesů a dat pro zvyšování kvality*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009. ISBN 978-80-7395-205-1.

[30] VLADIMÍR, MAŘÍK. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. 1. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.

### **Seznam obrázků**

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Obrázek 1: Juranova trilogie ..... | 18 |
| Obrázek 2: Fishbone diagram .....  | 19 |
| Obrázek 3: Demingův cyklus .....   | 21 |

|   |    |
|---|----|
| Obrázek 4: Opakovaný cyklus PDCA.....               | 23 |
| Obrázek 5: Ukázka historického KZP Metrostavu ..... | 27 |
| Obrázek 6: Ukázka KZP v programu CONTEC.....        | 27 |
| Obrázek 7: Požadavky ČSN .....                      | 29 |
| Obrázek 8: Propojení účastníků projektu .....       | 31 |
| Obrázek 9: Příklad modelu BIM.....                  | 32 |
| Obrázek 10: Revoluce postupně v průmyslu .....      | 36 |
| Obrázek 11: Nahrávání výkresů.....                  | 49 |
| Obrázek 12: Nahraný výkres objektu .....            | 50 |
| Obrázek 13: Nastavení zón .....                     | 50 |
| Obrázek 14: Přidání nové zóny .....                 | 51 |
| Obrázek 15: Vytvořené zóny .....                    | 51 |
| Obrázek 16: Tvorba pracovního balíčku .....         | 52 |
| Obrázek 17: Nastavení pracovního balíčku.....       | 53 |
| Obrázek 18: Definování pracovního postupu .....     | 53 |
| Obrázek 19: Menu „Field“ .....                      | 54 |
| Obrázek 20: Tvorba formuláře .....                  | 54 |
| Obrázek 21: Funkce „Desetinné číslo“ .....          | 55 |
| Obrázek 22: Funkce „Seznam“ .....                   | 56 |
| Obrázek 23: Nastavení plánu kontrol.....            | 57 |
| Obrázek 24: Vyplnění KZP .....                      | 57 |
| Obrázek 25: Výběr připojovaného formuláře .....     | 58 |
| Obrázek 26: Definování prováděných kontrol.....     | 58 |
| Obrázek 27: Ukázka připravených kontrol .....       | 59 |
| Obrázek 28: Ukázka zón v mobilní aplikaci.....      | 59 |

|   |    |
|---|----|
| Obrázek 29: KZP pro podlahy .....                       | 59 |
| Obrázek 30: Půdorys objektu .....                       | 60 |
| Obrázek 31: Situace uvnitř objektu .....                | 61 |
| Obrázek 32: Měrná lať.....                              | 61 |
| Obrázek 33: Měrné klínky.....                           | 62 |
| Obrázek 34: Průběh měření.....                          | 62 |
| Obrázek 35: Měření a zapisování.....                    | 63 |
| Obrázek 36: Průběh měření .....                         | 63 |
| Obrázek 37: S dobrou náladou jde všechno lépe.....      | 64 |
| Obrázek 38: Práce v aplikaci při kontrole podlah .....  | 65 |
| Obrázek 39: Práce v aplikaci při kontrole omítek .....  | 66 |
| Obrázek 40: KZP podlahy .....                           | 67 |
| Obrázek 41: KZP omítek .....                            | 67 |
| Obrázek 42: Ukázka rozpracovaného protokolu podlah..... | 67 |
| Obrázek 43: Ukázka rozpracovaného protokolu omítek..... | 68 |

## **Seznam tabulek**

|   |    |
|---|----|
| Tabulka 1. Struktura kapitol ISO 9001:2015 .....      | 15 |
| Tabulka 2. Funkce aplikace v závislosti na ceně ..... | 44 |
| Tabulka 3. Funkce aplikace v závislosti na ceně ..... | 47 |

## **Seznam příloh**

Příloha č.1 – KZP podlah

Příloha č.2 – KZP omítek

Příloha č.3 – Výkres půdorysu kontrolovaného objektu