

Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

Řízení kvality projektu

Bc. Barbora Kubelková

Diplomová práce

2013

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Barbora Kubelková**
Osobní číslo: **E11511**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Ekonomika a management podniku**
Název tématu: **Řízení kvality projektu**
Zadávací katedra: **Ústav podnikové ekonomiky a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Práce se zaměří na řízení kvality jako na soubor plánovaných systematických činností. Budou charakterizovány základní pojmy související s řízením kvality projektu a projektového manažera. V praktické části budou jednotlivé poznatky aplikovány na konkrétní společnost.

Vymezení cíle práce

Vysvětlení základních pojmů

Přístupy k řízení kvality


Charakteristika projektového manažera

Řízení kvality projektu v konkrétním podniku


Doporučení pro praxi

Rozsah grafických prací: -
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


DOLANSKÝ, Václav; MĚKOTA, Vladimír; NĚMEC, Vladimír. Projektový management. 1. vyd. Praha: Grada, 1996. 372 s. ISBN 80-7169-287-5.
KERZNER, Harold. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. 9th ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. 1014 s. ISBN 13 978-0-471-74187-9.
NĚMEC, Vladimír. Projektový management. 2. vyd. Praha: Grada, 2002. 182 s. ISBN 80-247-0392-0.
SVOZILOVÁ, Alena. Projektový management. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. 380 s. ISBN 978-80-247-3611-2.

Vedoucí diplomové práce:  doc. Ing. Jaroslav Pakosta, CSc.
Ústav podnikové ekonomiky a managementu

Datum zadání diplomové práce: 27. listopadu 2012
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2013


doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.


doc. Ing. Marcela Kožená, Ph.D.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 28. listopadu 2012

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 25. 4. 2013

Bc. Barbora Kubelková

PODĚKOVÁNÍ:

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu své práce doc. Ing. Jaroslavu Pakostovi, Csc. za jeho cenné rady a odbornou pomoc při zpracovávání diplomové práce. Také bych ráda poděkovala projektovému manažerovi Bc. Zbyňku Boltíkovi za jeho pomoc a poskytnutí informací o zkoumané společnosti.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá problematikou řízení kvality projektu. Obsahem práce je charakteristika základních pojmů týkajících se řízení kvality a osoby projektového manažera. Dále popisuje přístupy a fáze řízení kvality projektu. Poslední část je zaměřena na zpracování údajů v konkrétním podniku.

KLÍČOVÁ SLOVA

projekt, projektový management, kvalita, řízení kvality, projektový manažer

TITLE

Project Quality Management

ANNOTATION

This diploma thesis deals with quality project management. The thesis contains describing basic conceptions relating to quality management and project manager. It also describes the approaches and quality control phase of the project. The last part focuses on data processing in a specific company.

KEYWORDS

project, project management, quality, quality management, project manager

OBSAH

Úvod	11
1 VYSVĚTLENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ	13
1.1 PROJEKT	13
1.2 PROJEKTOVÝ MANAGEMENT	14
1.2.1 Základny projektového managementu.....	15
1.3 KVALITA.....	16
1.3.1 Názory na kvalitu	17
1.4 ŘÍZENÍ KVALITY.....	18
1.4.1 Řízení kvality v projektu.....	18
2 CHARAKTERISTIKA PROJEKTOVÉHO MANAŽERA	19
2.1 VLASTNOSTI PROJEKTOVÉHO MANAŽERA	19
2.2 MANAŽERSKÉ STYLY VEDENÍ.....	21
2.3 ODPOVĚDNOST ZA KVALITU.....	22
3 PŘÍSTUPY K ŘÍZENÍ KVALITY PROJEKTU	23
3.1 NORMY ISO	23
3.1.1 ČSN EN ISO 9000	23
3.1.2 ČSN EN ISO 9001	24
3.1.3 ČSN EN ISO 9004	24
3.1.4 ČSN ISO 10006.....	25
3.2 TQM (TOTAL QUALITY MANAGEMENT)	26
3.3 SIX SIGMA	27
3.4 LEAN PRODUCTION	28
3.5 QFD	28
4 FÁZE ŘÍZENÍ KVALITY PROJEKTU	30
4.1 PLÁNOVÁNÍ KVALITY.....	30
4.1.1 Vstupy při plánování kvality	31
4.1.2 Nástroje a techniky.....	33
4.1.3 Výstupy při plánování kvality	36
4.2 ZAJIŠTĚNÍ KVALITY.....	37
4.2.1 Vstupy při zajišťování kvality	37
4.2.2 Nástroje a techniky.....	38
4.2.3 Výstupy zajišťování kvality	39
4.3 KONTROLA KVALITY.....	39
4.3.1 Vstupy kontroly kvality.....	40
4.3.2 Nástroje a techniky kontroly kvality	40

4.3.3	Výstupy kontroly kvality.....	44
5	ŘÍZENÍ KVALITY PROJEKTU – VÝSTAVBA FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY SPOLEČNOSTÍ ENSERVIS, S.R.O.	45
5.1	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	45
5.1.1	Služby pro zákazníky	45
5.1.2	Konkurenční výhody	46
5.2	POPIS PROJEKTU FVE	46
5.2.1	Základní charakteristika stavby a jejího užívání	47
5.2.2	Orientační údaje o stavbě	48
5.2.3	Popis stavby.....	49
5.2.4	Základní údaje o provozu a výrobním programu	49
5.3	ZOHLEDNĚNÍ RIZIK PROJEKTU	51
5.4	KVALITA PROJEKTU V JEDNOTLIVÝCH FÁZÍCH VÝSTAVBY	52
5.4.1	Naplánování termínu výstavby.....	52
5.4.2	Vytyčení a urovnání povrchu	52
5.4.3	Oplocení pozemku.....	52
5.4.4	Zajištění ostrahy	53
5.4.5	Výstavba nosných konstrukcí.....	54
5.4.6	Výběr a uchycení fotovoltaických panelů	55
5.4.7	Zajištění elektroinstalace.....	57
5.4.8	Napojení do technologických kontejnerů.....	59
5.4.9	Připojení trafostanice.....	61
5.4.10	Zrušení staveniště a recyklace použitých materiálů	62
5.4.11	Připojení výroby	62
5.4.12	Zahájení zkušebního provozu.....	63
5.4.13	Předání díla investorovi.....	63
5.5	NÁSTROJE A TECHNIKY POUŽITÉ PŘI PLÁNOVÁNÍ KVALITY	63
5.6	ZHODNOCENÍ PROJEKTU.....	66
5.7	DOPORUČENÍ PRO PRAXI	70
	ZÁVĚR.....	71
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	72

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Základny projektového managementu.....	15
Obrázek 2: Dům kvality	29
Obrázek 3: Paretův diagram	41
Obrázek 4: Ishikawův diagram.....	42
Obrázek 5: Analýza trendů.....	43
Obrázek 6: Histogram.....	43
Obrázek 7: Křivka proudového a výkonového napětí.....	56
Obrázek 8: Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu.....	65
Obrázek 9: Poměr využití lidských zdrojů a použití totální stanice.....	67

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Předpokládaná objektová skladba projektu.....	47
Tabulka 2: Základní údaje o kapacitě stavby	48
Tabulka 3: Srovnání cen a účinností jednotlivých druhů panelů.....	55
Tabulka 4: Účinnost a vlastní spotřeba střídačů.....	60

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

cca	circa
cm	centimetr
č.	číslo
ČEZ	České energetické závody
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
ERU	Energetický regulační úřad
FV	fotovoltaický
FVE	fotovoltaická elektrárna
ha	hektar
ISO	International Organization for Standardization
Kč	korun českých
ks	kus
kV	kilovolt
kW	kilowatt
m	metr
mm	milimetr
MWh	megawatthodina
MWp	megawatt peak
např.	například
QFD	Quality Function Deployment
resp.	respektive
Sb.	sbírka
SO	stavební objekt
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
TQM	Total Quality Management
tzv.	tak zvaný
UV	ultrafialový
VN	vysoké napětí

ÚVOD

Základním úkolem každého managementu je dosažení ekonomického prospěchu. Dříve se společnosti zaměřovaly převážně na kvantitativní stránku řízení, v dnešní době je tomu jinak. Již nestačí stanovit množství a cenu, je třeba rovněž zohlednit kvalitu produktu, kterou jsme schopni nabídnout nebo kterou jsme ochotni akceptovat. Toto platí rovněž u projektového managementu.

Právě kvalita je jednou z nejdůležitějších komponent projektu. Každý zákazník vnímá kvalitu jinak, a proto je potřeba zaměřit se na rozpoznání jejich požadavků a následné uspokojení potřeb zákazníka. To vede nejen ke spokojenosti zákazníků, ale také může napomoci při snižování nákladů nebo zvyšování produktivity. Při řízení kvality projektu je důležité dbát na podrobné naplánování projektu, které obnáší i zohlednění rizik, která by se mohla vyskytnout při realizaci. Nedílnou součástí procesu je i kontrola kvality, díky které je možno zjistit, co se udělalo špatně a co by se do budoucnosti mělo zlepšit.

V první kapitole jsou uvedeny základní pojmy, které souvisí s řízením kvality projektu. Mezi ně patří například kvalita, projekt, projektový management a další. Tyto pojmy jsou následně podrobněji rozebrány. Jelikož se s nimi pracuje i v dalších kapitolách, je důležité znát jejich význam.

Druhá kapitola seznamuje čtenáře s osobností projektového manažera a jeho charakterovými vlastnostmi. Dále se zabývá popisem jednotlivých stylů manažerského vedení. Konec kapitoly je věnován odpovědnosti za kvalitu, kde je uvedeno, jakým způsobem projektový manažer za kvalitu zodpovídá.

V další kapitole nazvané Přístupy k řízení kvality projektu jsou uvedeny možnosti, jak lze na kvalitu nahlížet a jak ji řídit. Nejvíce využívanou metodou je řízení kvality podle norem ISO. Dalšími možnostmi je využití metod TQM, Six Sigma, Lean nebo QFD. Všechny tyto jmenované přístupy jsou v kapitole rozebrány.

Poslední kapitola teoretické části je věnována fázím řízení kvality projektu. Plánování, zajištění a kontrola kvality jsou základními kroky úspěšného řízení projektu. Každá tato fáze je dále podrobněji rozdělena a popsána.

Pátá kapitola je zároveň poslední částí této diplomové práce. Jedná se o část praktickou, ve které jsou zpracovány údaje poskytnuté vybraným podnikem, konkrétně společností EnServis, s.r.o. Tato kapitola zachycuje přípravu a tvorbu projektu, který se zabývá výstavbou fotovoltaické elektrárny. Jsou zde popsány jednotlivé fáze přípravy, rizika spojená s projektem a vliv jednotlivých událostí na kvalitu projektu.

Cílem této diplomové práce je seznámení se základními pojmy z oblasti řízení kvality projektu, charakteristika osobnosti a vlastností projektového manažera a odpovědnost za kvalitu. Dále popsat přístupy a jednotlivé fáze řízení kvality projektu a danou problematiku analyzovat v konkrétní společnosti.

1 VYSVĚTLENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

Na začátku je nutné uvést některé pojmy z oblasti řízení projektů a jeho kvality, které by měly pomoci k základnímu pochopení problematiky, kterou se bude práce zabývat. Tyto pojmy jsou klíčové a budou v dalších kapitolách zmiňovány a dále rozebírány.

1.1 Projekt

Pochopení tohoto pojmu je hlavním předpokladem pro získání základní představy o problematice projektového řízení. Existuje velké množství definic, kterými se dá význam slova projekt vysvětlit. Každý autor chápe projekt trochu jinak, nahlíží na něj z více různých perspektiv a má pro něho tedy také vlastní vysvětlení. Zde je uvedeno několik možných definic, jak lze projekt vysvětlit:

„Projekt je cílevědomý návrh na uskutečnění určité inovace v daných termínech zahájení a ukončení.“ [16]

Z této definice vyplývají některé charakteristické znaky projektu:

- sleduje konkrétní cíl projektu,
- definuje, jaká strategie povede k dosažení stanoveného cíle,
- určuje náklady, zdroje a očekávané přínosy z realizace projektu,
- vymezuje začátek a konec projektu.

V současné době se projekt chápe hlavně jako proces, kdy dochází k plánování a řízení aktivit vedoucích ke splnění cílů, nejde tedy jen o projektovou dokumentaci, která je výsledkem projektu, ale hlavně o tvůrčí procesy.

„Projekt je soubor konkrétních aktivit směřujících k naplnění určitého cíle.“ [23]

Je vymezen financemi, časem, materiálními a lidskými zdroji. Je realizován v podmínkách nejistoty projektovým týmem za využití komplexních metod. Realizací projektu pak rozumíme realizaci změny.

Jedna z nejobsáhlejších, ale také nejpřesnějších definic projektu je uvedena v normě ČSN ISO 10006 a je následující:

„Projekt je jedinečný proces sestávající z řady koordinovaných a řízených činností s daty zahájení a ukončení, prováděný pro dosažení cíle, který vyhovuje specifickým požadavkům, včetně omezení daných časem, náklady a zdroji.“ [6]

Projekt se vždy provádí jen jednou, z toho plyne, že projektem nemůžeme nazvat žádnou periodicky se opakující činnost. Jedná se tedy o jeho jedinečnost. Další vlastností je neopakovatelnost, žádný projekt není stejný, vždy zde musí být patrná určitá odlišnost. Je také dočasný – každý projekt má stanoven začátek i konec.

Na konci projektu by mělo být dosaženo jeho cíle, pokud nedošlo ke skutečnostem, které by znemožnily dokončení projektu. Pokud by projekt nebylo možné dokončit, je nutné hledat příčiny, proč se tak stalo a do budoucna se snažit eliminovat všechny faktory, které by mohly průběh projektu ohrozit.

1.2 Projektový management

Také projektový management lze definovat několika způsoby, zároveň je dobré si uvědomit, že jsou zde rozdíly mezi pojetím klasického managementu a projektovým managementem. Vycházíme zde však také z obecných definic managementu.

„Projektový management je aplikace znalostí, schopností, nástrojů a technologií na aktivity projektu tak, aby byly splněny požadavky projektu.“ [1]

„Projektový management je souhrn aktivit spočívající v plánování, organizování, řízení a kontrole zdrojů společnosti s relativně krátkodobým cílem, který byl stanoven pro realizaci specifických cílů a záměrů.“ [11]

Ačkoli se jednotlivé definice liší, jejich podstata by měla zůstat stejná. Vždy se jedná o určitou aplikaci poznatků, znalostí a nástrojů tak, aby došlo k naplnění cílů projektu. Jen tak může projektový management správně fungovat.

1.2.1 Základny projektového managementu

Podle definice projektu můžeme určit tři hlavní charakteristiky projektového managementu – jeho základny [22]:

- dostupnost zdrojů,
- časové hledisko,
- náklady.

Dostupnými zdroji máme na mysli ty zdroje, které jsou přiděleny k danému projektu a jsou užívány a čerpány v průběhu trvání projektu. Čím více těchto zdrojů máme k dispozici, tím je větší šance na úspěšný projekt. Čas je doba, po kterou se plánují jednotlivé dílčí aktivity projektu. Platí, že čím kratší je tato doba, tím lepší. Poslední základnou jsou náklady, které by měly být co nejnižší.

Jak můžeme vidět na Obrázku 1, jsou základny zobrazeny jako trojúhelník. Je to proto, že spolu vzájemně souvisí a pro úspěšný projekt je důležité, aby se udržovaly v rovnováze. To znamená, že nemůžeme zároveň docílit maximálního počtu dostupných zdrojů, nejkratšího času a nejnižších nákladů.



Obrázek 1: Základny projektového managementu

Zdroj: [22]

Pravou podstatou projektového managementu je právě udržování rovnováhy a vyvažování jednotlivých základů. K tomu nám slouží plán projektu, podle kterého jsou jednotlivé úkony koordinovány. Také informační a kontrolní systémy monitorují, zda daný systém nevybočuje ze stanovených limitů.

V ideálním případě, pokud je plán projektu dobře připraven, by šance na dokončení projektu měly být vysoké. Ale jelikož v reálném světě působí celá řada negativních vlivů a rizikových situací, není ani dobrý plán zárukou úspěšného projektu.

1.3 Kvalita

Dříve než se dostaneme k vysvětlení pojmu řízení kvality projektu, je nutné se zmínit o tom, co je vlastně kvalita obecně. Stejně jako předchozí pojmy i kvalitu můžeme vysvětlit mnoha definicemi.

Jako obecnou definici kvality, která se řídí normou ISO 9004, lze považovat následující vysvětlení:

„Kvalita je stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik.“ [3]

Požadavkem se rozumí potřeba nebo také očekávání, které je stanoveno zákazníkem, obecně se předpokládá nebo je dané závazným předpisem. Inherentní charakteristiky jsou vnitřní vlastnosti objektu kvality, které mu existenčně patří.

Na kvalitu můžeme pohlížet buď jako na produkt, který nám vzniká nebo jako na proces, který se organizace snaží neustále zlepšovat. Některé firmy nejsou schopné kvalitu definovat, protože nevědí, jak na ni správně nahlížet. Často si také neuvědomují, že kvalita je definována především zákazníkem.

Je důležité zodpovědět hned na začátku základní otázku, a to, kdo je vlastně zákazníkem daného projektu. Může se jednat o představitele smluvní strany, který schválí a podepíše fakturu za projekt. Tento přístup je však velmi zjednodušený a je třeba vzít v úvahu, kdo bude daný produkt skutečně využívat.

Ne všichni zástupci firem, kteří mají oprávnění k podpisu smlouvy, jsou s problematikou dostatečně seznámeni a nedokážou posoudit, zda bude výsledný produkt splňovat všechny stanovené požadavky. To může způsobit řadu problémů v budoucnosti. Proto se také zavádí pojem koncový zákazník. Je to konečný uživatel produktu nebo projektu, který ho bude dále používat. [8]

Tlak na zvyšování úrovně kvality je v dnešní době patrný hlavně ze strany zákazníků. Ti už dobře vědí, jaké požadavky mohou stanovit a co jsou výrobci schopni zaručit. Nejčastější požadavky zákazníků jsou následující [11]:

- požadavek na vyšší výkon,
- rychlejší vývoj produktů,
- vyšší technologická úroveň produktů,
- nižší marže,
- méně závad.

1.3.1 Názory na kvalitu

Názory na kvalitu se během let mění. Pro srovnání jsou uvedeny nejdříve zásady, kterými se firmy řídily v minulosti [11]:

- Kvalita je odpovědností dělníků.
- Vady na kvalitě by měly být skryty před zákazníky.
- Problémy s kvalitou vedou k obviňování, chybným odůvodněním a výmluvám.
- Úpravy kvality by měly být prováděny s minimální dokumentací.
- Zvýšení kvality zvýší náklady na projekt.
- Kvalita je vnitřně zaměřena.
- Kvalita se neobejde bez neustálého dohlížení na zaměstnance.
- Kvalita se dá hodnotit až během realizace projektu.

Během posledních dvaceti let došlo k revoluci v kvalitě. Zlepšila se nejen kvalita jednotlivých výrobků, ale také došlo ke zlepšení vedení a řízení kvality v projektech. Proto došlo i ke změnám dřívějších zásad na následující [11]:

- Kvalita je odpovědností každého, včetně úředníků, nepřímé pracovní síly a vedoucích zaměstnanců.
- Vady na kvalitě by měly být zdůrazněny a měla by být provedena nápravná opatření.
- Problémy s kvalitou vedou ke společnému řešení.
- Dokumentace je zásadní pro poučení, aby se chyby již neopakovaly.
- Zlepšení kvality šetří peníze a obchod tím roste.
- Kvalita je zaměřena na zákazníka.

- Sami zaměstnanci chtějí vyrábět kvalitní produkty.
- Kvalita se hodnotí už při zahájení projektu a plánuje se v rámci celého projektu.

1.4 Řízení kvality

Klíčovou osobou při řízení kvality je projektový manažer. Ten má zodpovědnost nejen za řízení kvality, ale i za řízení celého projektu. Každý z těchto úkolů má odlišný cíl. Cílem při řízení projektu je vytvoření produktu, který bude mít určitou hodnotu v rámci koordinace času, zdrojů a výsledků. Při řízení kvality se klade důraz především na splnění kvalitativních požadavků týkajících se výsledků projektu, efektivity a účinnosti. [8]

Některé požadavky si mohou v určitých případech protřečít, ale častěji cíle řízení kvality podporují řízení celého projektu a jsou si tedy vzájemně nápomocné. Řízení kvality je stejně důležité jako například řízení času nebo nákladů.

1.4.1 Řízení kvality v projektu

„Řízení kvality projektu je souborem plánovaných a systematických činností aplikovaných tak, aby bylo zjištěno, že projekt uspokojí požadované standardy kvality.“ [11]

Je to manažerský přístup zajišťující procesní a organizační strukturu. Stanovuje cíle a hledá zdroje potřebné k vytvoření produktu, jehož vlastnosti budou odpovídat danému standardu kvality.

Podle normy ISO 10006 můžeme na management kvality projektů nahlížet ze dvou hledisek [6]:

- hledisko procesu projektu,
- hledisko produktu projektu.

Pokud není některé hledisko splněno, dochází k ovlivnění nejen samotného produktu projektu, ale i celé organizace projektu, zákazníků a dalších zainteresovaných stran. Důležitý je systematický přístup při řízení kvality produktu a procesu v projektu.

2 CHARAKTERISTIKA PROJEKTOVÉHO MANAŽERA

Projektový manažer plní klíčovou úlohu při řízení projektů. Má pod svým vlivem veškeré dění v projektu. Je to řídicí článek projektu, pohybuje se na hranici mezi projektovým a liniovým řízením. Očekává se od něho, že kromě svých vlastních úkolů, na které má kvalifikaci a ke kterým má potřebná pravidla, metody a technologie, bude také řešit neplánované a nestandardní situace, které neočekávaně nastanou.

Projektový manažer je člověk, který je zodpovědný za předání celého projektu. Může se jednat o práci na plný úvazek nebo pouze o roli v dané situaci. V každém projektu je práce projektového manažera různá, ale můžeme najít některé specifické znaky, které jsou pro všechny projektové manažery společné. Jedná se o vymezení práce, plánování, stanovení rozsahu dostupných zdrojů a následné zajištění daných zdrojů. [17]

Jako další znaky lze uvést povinnosti plnit stanovené úkoly a zabezpečit, že problémy, které se vyskytnou a které by mohly způsobit komplikace při práci na projektu, jsou včas a spolehlivě vyřešeny. Projektový manažer se řídí přístupy projektového managementu a využívá souboru znalostí a schopností pracovat a komunikovat s lidmi.

2.1 Vlastnosti projektového manažera

Aby mohl projektový manažer správně vykonávat svojí funkci, měl by mít mnoho znalostí a schopností, které potřebuje k výkonu své profese. Jsou jimi nejčastěji tyto schopnosti [22]:

- manažerské schopnosti,
- strategické myšlení,
- vyjednávací schopnosti,
- schopnost správně nastavit priority,
- schopnost rozvíjet mezilidské vztahy,
- znalost hospodářského sektoru, ve kterém působí,
- přehled v technologiích užívaných pro realizaci projektu.

Aby byl projekt úspěšný, je nutné definovat kromě schopností a znalostí projektového manažera i jeho osobnost a následující vhodné vlastnosti [22]:

- vytváření vizí a podmínek pro jejich pochopení,
- flexibilita a přizpůsobivost,
- čestnost a důvěryhodnost,
- iniciativní a energický přístup k řešení problémů,
- odvaha, sebedůvěra a dobré vyjadřování,
- organizovanost v osobních záležitostech i pracovních postupech,
- analytické i syntetické schopnosti pro hledání alternativ řešení,
- ochota přijmout odpovědnost za rozhodnutí,
- kreativita a široké spektrum zájmů,
- orientace na celkové řešení.

Vlastnosti manažera je možné rozdělit do dvou skupin, a to na vrozené a získané. Obě tyto skupiny vlastností určují celkovou osobnost manažera. Na získaných vlastnostech je třeba neustále pracovat a rozvíjet je, pokud chce být manažer úspěšný, protože všechny tyto vlastnosti mohou ovlivnit kvalitu daného projektu.

Další pojetí vlastností manažera zahrnuje tyto pojmy:

- vůdcovství,
- motivace,
- sebekontrola,
- asertivita,
- otevřenost,
- kreativita,
- zvládání konfliktů,
- spolehlivost,
- etika.

2.2 Manažerské styly vedení

Styl vedení je vyjádření vztahu vedoucího pracovníka ke svým podřízeným. Zde je vedoucím pracovníkem myšlen manažer. Ten může uplatňovat různé styly vedení. Každému vyhovuje něco jiného a každý se může rozhodnout, který styl bude používat. V zásadě existují tři druhy, jak může manažer vést své podřízené:

- styl autokratický,
- styl demokratický,
- styl liberální.

Autokratický styl

Při autokratickém stylu vedení manažer nerespektuje názory jiných, řídí se pouze svým vlastním a nedává prostor pro další diskuzi. Rozhodnutí nenastává na základě srovnání různých stanovisek od podřízených, ale výhradně na poznatcích a dojmech manažera. Tento styl lze použít u malých projektů s nízkým rizikem, které jsou jasně stanovené a snadno realizovatelné. I přesto ale tento styl není považován za ideální.

Demokratický styl

Demokratický styl se vyznačuje tím, že vyjadřuje podíl podřízených na rozhodování. Členové projektového týmu diskutují společně s projektovým manažerem a ten pak na základě všech poznatků a názorů učiní konečné rozhodnutí. Tento styl je ideální pro všechny typy projektů, avšak je třeba počítat s větší časovou náročností.

Liberální styl

Liberální styl se snaží o bezkonfliktní přístup manažera ke svým podřízeným. Na základě toho často ustupuje před jejich požadavky. Vedení projektu tak mají v rukou především členové projektového týmu a projektový manažer má vůči nim pouze malou pravomoc. Při využívání tohoto stylu může často docházet k neshodám mezi jednotlivými členy týmu a často dochází také k chaosu.

2.3 Odpovědnost za kvalitu

Při řízení projektu je důležité si uvědomit, kdo má největší zodpovědnost za kvalitu. Je jím management společnosti a projektový manažer spolu se svým projektovým týmem. Všechny tyto osoby se podílejí na vytváření produktu projektu. Níže jsou uvedeny předpoklady pro správný postup vytváření projektu [22]:

- management je zodpovědný za vytváření obecných procesů pro řízení kvality,
- manažer projektu je zodpovědný za převádění požadavků na kvalitu do řídicích dokumentů, za vytváření vhodného prostředí pro tvorbu kvality projektu a rovněž také kontroluje účinek přijatých opatření a zodpovídá za nápravná opatření při zjištění nedostatků,
- člen projektového týmu je zodpovědný za kvalitu výstupů, kterými byl pověřen.

Projektový tým se musí podrobně seznámit s metodami, kterými se identifikují problémy, dále s doporučenými řešeními a nakonec musí zvládnout implementaci daného řešení. Projektový tým má často i oprávnění k eliminaci dalšího průběhu procesu, a to v případě, že aktuální proces se vymyká stanoveným měřítkům. Musí být schopen zastavit takovou aktivitu, která překročila hranice své kvality a je nutné vypracovat řešení problému při průběhu projektu.

Odpovědnost za kvalitu má v rámci organizace top management, zatímco za kvalitu v projektu je zodpovědný projektový manažer. Také linioví manažeři se podílejí na dosahování požadované kvality, a to v oblasti zabezpečování profesionální úrovně zkušeností a znalostí skupiny, kterou řídí. V podstatě každý jednotlivec, který je členem projektového týmu, se podílí na vytváření kvality, a to prostřednictvím úkolů, které mu byly dány k provedení. [11]

Hlavní úkoly manažera projektu vyplývající z plánu kvality jsou následující [22]:

- zajištění aplikace konceptu řízení kvality v průběhu projektu a kontrola jeho dodržování,
- koordinace úkonů kontroly kvality podle termínů stanovených v plánu kvality,
- administrativní podpora kontrolních procesů,
- reporting.

3 PŘÍSTUPY K ŘÍZENÍ KVALITY PROJEKTU

Přístupů k řízení kvality je mnoho a dá se na ně nahlížet z různých hledisek. Jedním z těchto hledisek je použití norem, různých standardů a metodik, které jsou předepsané a kterými by se měl každý projekt řídit. Určuje, jak by se mělo postupovat a jaký by měl být konečný výsledek projektu, aby byly splněny požadavky těchto norem.

Další možností, jak řídit kvalitu projektu, je použití metod a modelů, které slouží ke zpřehlednění a snadnější orientaci v projektu. Tyto metody jsou používány zvláště ve větších společnostech a napomáhají při plánování kvality.

3.1 Normy ISO

Normy ISO představují základní a jedny z nejdůležitějších norem pro řízení projektů. Vychází se z nich také při zajišťování kvality projektu. ISO znamenají zkratku pro Mezinárodní organizaci pro standardizaci, která má sídlo v Ženevě a působí po celém světě. Pro řízení kvality projektu se vychází především z norem ISO řady 9000 a 10000. Nejdůležitější z těchto norem budou rozebrány níže.

3.1.1 ČSN EN ISO 9000

Norma ČSN EN ISO 9000:2006 Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník, je standard pro systém řízení kvality a dá se aplikovat nejen na projekt, ale i na kterýkoliv jiný produkt, proces nebo službu kdekoli ve světě.

Tvoří základ pro systém managementu kvality a obsahuje základní terminologii. V té jsou vysvětleny základní termíny a také vzájemné vztahy mezi nimi. Určuje závazné normy, a proto se jedná o normativní přístup. Tento přístup má za úkol zpřehlednit systém kvality z několika hledisek [8]:

- cíle, které mají být dosaženy v oblasti kvality,
- postupy, které jsou určeny k jejich dosažení,
- výsledky, kterých má být dosaženo.

Tato norma také obsahuje 8 zásad, které tvoří základ pro úspěšnou tvorbu a řízení managementu jakosti. Tyto zásady by měly vytvářet základnu pro systémy managementu kvality pro zadávající a projektové organizace. Zásady jsou následující [3]:

- zaměření na zákazníka,
- vedení a řízení zaměstnanců,
- zapojení zaměstnanců,
- procesní přístup,
- systémový přístup k managementu,
- neustálé zlepšování,
- přístup k rozhodování zakládající se na faktech,
- vzájemně prospěšné dodavatelské vztahy.

3.1.2 ČSN EN ISO 9001

Tato norma, jejíž celý název je ČSN EN ISO 9001:2009 Systémy managementu kvality – Požadavky, specifikuje požadavky, které jsou vázány na systém managementu kvality. V případě, že společnost potřebuje prokázat, že je schopná dlouhou dobu poskytovat produkt, který vyhovuje požadavkům zákazníka a také splňuje předpisy, musí se řídit touto normou. Také pokud se snaží zvýšit spokojenost zákazníka efektivní aplikací systému, včetně procesů neustálého zlepšování. [4]

Používá se tedy hlavně k certifikaci pro nezávislé posouzení organizace z výše uvedených hledisek. Využívá se také ke smluvním účelům se zákazníky a s dodavateli a také pro její interní aplikaci.

3.1.3 ČSN EN ISO 9004

Norma ČSN EN ISO 9004:2010 Řízení udržitelného prospěchu organizace – Přístup managementu kvality poskytuje rozšíření návodu na rozsah cílů v systému managementu kvality. Navazuje na normu ISO 9001, ze které vychází. Soustředí se také na neustálé zlepšování a zvyšování efektivnosti. [5]

3.1.4 ČSN ISO 10006

Další normou, která se zabývá kvalitou, je norma ČSN ISO 10006:2004 Systémy managementu jakosti - Směrnice pro management jakosti projektů. Je součástí norem ISO 9000, na které dále navazuje. Slouží jako návod pro aplikaci managementu kvality v projektech. Je všeobecná, a proto by měla být využitelná na všechny typy projektů, které jsou různě složité, velké nebo malé, dlouhodobé nebo krátkodobé. Návod je vždy nutné přizpůsobit danému projektu, aby byl pro něj vhodný. [6]

Tato norma se zabývá mimo jiné také odpovědností managementu. Management projektu by měl být osobně zaangażován a měl by být zaměřen na jakost produktů i procesů. Důraz je kladen také na jednotlivé výstupy projektu a celkovou spokojenost zákazníka. Neustálé zlepšování je rovněž důležitým aspektem úspěšného řízení projektu, neboť konkurence na trhu je velká a firmy se snaží obstát.

Tato norma vymezuje klíčové procesy nutné pro správné řízení kvality projektu, které jsou následující [8]:

- strategický proces definující zaměření dílčích procesů projektu,
- procesy managementu vzájemných souvislostí,
- procesy zabývající se záměry,
- procesy zabývající se časovými lhůtami,
- procesy zabývající se náklady,
- procesy zabývající se zdroji,
- procesy zabývající se pracovníky,
- procesy zabývající se komunikací,
- procesy zabývající se riziky,
- procesy zabývající se nákupy,
- poučení se z projektu.

Norma nepopisuje, jak by měla vypadat konkrétní podoba zmíněných procesů. Jelikož slouží pouze jako návod, nelze ji použít k registraci nebo certifikaci.

3.2 TQM (Total Quality Management)

Zabezpečování kvality nevychází jen z norem ISO. Užívají se i další přístupy, které jsou označovány jako TQM (Total Quality Management). Z vysvětlení názvu vyplývá i několik charakteristik tohoto přístupu. První slovo total naznačuje, že do dění jsou zapojeni všichni zaměstnanci organizace, ať už se jedná o marketing, servis nebo administrativu. Slovo quality znamená pojetí kvality, jednak jako splnění očekávání zákazníka, za druhé také pojem zahrnující výrobek, službu, proces nebo činnost. Poslední slovo management vyjadřuje způsob řízení kvality. Jedná se nejen o plánování strategické, taktické a operativní, ale i o manažerské aktivity, jako jsou plánování, vedení, kontroly a další.

I zde však normy ISO plní svou důležitou úlohu. Pokud se organizace důsledně řídí normou ISO 9000 při zabezpečování kvality, jedná se o velmi dobré východisko pro další řízení pomocí TQM. Nelze ovšem přesně stanovit, jak by měl vypadat univerzální model. Při jeho tvorbě by se mělo vycházet z obecných zásad a požadavků, jejichž aplikace se bude lišit v jednotlivých podnicích i zemích, a to v závislosti na nejrůznějších podmínkách, například technických, kulturních nebo sociálních.

Přesto, že se tyto přístupy liší v každém podniku, můžeme nalézt několik typických rysů, kterými se TQM vyznačuje, a které by měly být pro všechny podniky společné [24]:

- větší zapojování vrcholového vedení,
- respektování obecných principů managementu,
- orientování se na zákazníka s vyprodukovanými výrobky a službami, posílení konkurenceschopnosti a tržní pozice,
- uplatňování procesního řízení a respektování řídicích praktik, lepší zhodnocení materiálu a lidí, eliminace zbytečných ztrát, využití kapacit,
- snaha o trvalé zlepšování,
- vysoké nasazení zaměstnanců,
- angažovanost,
- řízení na základě faktů,
- účinná zpětná vazba.

3.3 Six Sigma

Six Sigma se poprvé objevila v osmdesátých letech minulého století díky firmě Motorola, která ji vymyslela. Nejvíce se však proslavila až v devadesátých letech, kdy ji zdokonalila firma General Electric.

Six Sigma není vždy označována jako samostatný přístup. Jelikož obsahuje metody a postupy, které se objevují i v přístupu TQM, bývá někdy označována jako jeden z přístupů TQM. Pokud společnost využívá TQM, snadno se pak Six Sigma vstřebává do řízení a zavádění není nijak obtížné. Někdy jsou ale postupy a metody vycházející z TQM definovány nově a používají se novým způsobem.

„Six Sigma je úplný a flexibilní systém dosahování, udržování a maximalizace obchodního úspěchu.“ [18]

Na přístup Six Sigma můžeme nahlížet ze dvou hledisek:

- manažerské hledisko,
- hledisko měření.

Z pohledu manažerského nahlížíme na Six Sigma jako na efektivní projektový management využívající statistické metody a další nástroje řízení kvality. Z pohledu měření máme na mysli statistický koncept měření. [2]

V přístupu Six sigma se jedná o metodický postup, který se zaměřuje na zlepšování procesů, podnikových aktivit a dalších. Výhodou tohoto přístupu je, že nedělá závěry pouze ze zprůměrovaných hodnot, kdy se ztrácejí odchylky, ale také posuzuje jejich negativní vliv na výkonnost organizace. Při sledování odchylek může management lépe porozumět výkonnosti, než při používání obvyklých zprůměrovaných ukazatelů. [24]

Six Sigma se zabývá hledáním příležitostí pro eliminaci defektů, které jsou definovány z pohledu zákazníka. Vyžaduje rozhodování na základě faktů a dat, která máme k dispozici při využití vhodných nástrojů kvality pro analýzu. [2]

3.4 Lean Production

Mnoho firem se snaží dosáhnout konkurenční výhody zároveň v oblasti nákladů, kvality a času. Mění se pohledy, jak těchto výhod dosahovat. Lean Production znamená zeštíhlování, které se používá nejčastěji při snižování nákladů. Jedná se o přístup, který vychází z toho, že má-li firma dosahovat lepších výkonů a být lepší než konkurence, musí se vzdát všeho, co ji omezuje v dalším rozvoji. [24]

Také přístupy, které jsou zaměřené na růst produktivity, se dnes velmi využívají. Při uplatňování těchto přístupů se klade důraz na co nejlepší využití disponibilních zdrojů a času. Rezervy se dají v tomto případě najít prakticky všude, od dodavatele až po zákazníka. Organizace může tímto způsobem mnohé získat.

Při zeštíhlování je důležité činit úkony, které s tímto pojmem souvisí, jakými jsou například omezení počtu pracovníků, redukce některých zdrojů, snižování nákladů na materiál, prodej nepotřebných prostředků a další.

3.5 QFD

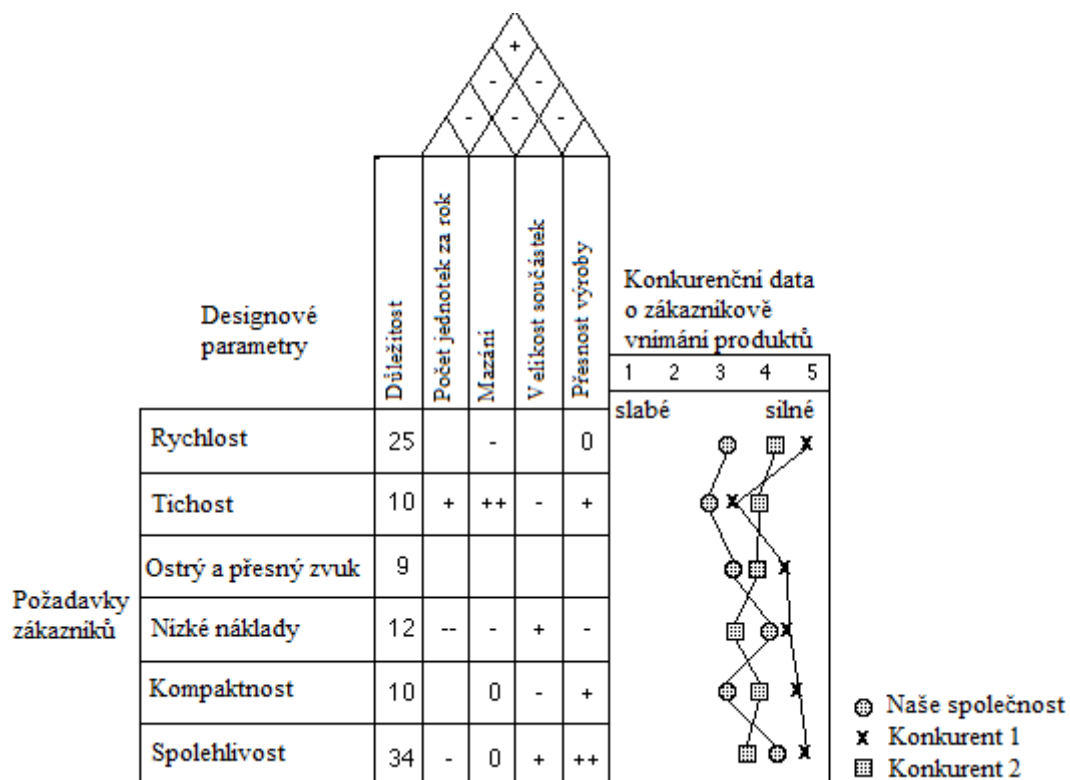
Tato metoda pochází z Japonska a poprvé se začala používat v sedmdesátých letech minulého století. QFD je zkratkou pro Quality Function Deployment, což znamená rozpracovávání funkcí kvality. Tato metoda se využívá nejvíce v automobilovém průmyslu.

Metoda byla vyvinuta hlavně pro odstranění některých problémů, a to zejména [2]:

- zanedbání nebo zkreslení požadavků zákazníka,
- ztráta informací,
- zanedbání konkurence,
- koncentrace na každou specifikaci v izolaci.

Zkreslení nebo zanedbání požadavků zákazníka může vzniknout přirozeným zapomináním nebo proto, že každý pochopí věci jinak. Aby se metoda QFD dala realizovat, je nutné zobrazit matici, která slouží k vizualizaci.

Na Obrázku 2 můžeme vidět nejdůležitější matici, která se nazývá Dům kvality. Zde jsou řádky, které představují vstupy a sloupce, které představují výstupy, přičemž vstupy jsou určovány zákazníkem a jeho požadavky.



Obrázek 2: Dům kvality

Zdroj: upraveno podle [13]

4 FÁZE ŘÍZENÍ KVALITY PROJEKTU

Řízení kvality v rámci projektu je souborem procesů, které jsou požadované k uspokojování potřeb, na jejichž základě se projekt realizuje. Zahrnuje všechny funkce a činnosti řízení, které určují politiku řízení kvality, odpovědnosti a cíle.

Tyto funkce a činnosti se realizují prostřednictvím plánování, operativního řízení, zlepšování a zabezpečování kvality v rámci systému kvality.

Za hlavní procesy při řízení kvality projektu se považuje [1]:

- plánování kvality,
- zajištění kvality,
- kontrola kvality.

Při plánování kvality dochází ke stanovování norem, které se vztahují na konkrétní projekt a postup, jak tyto normy plnit. V rámci zajišťování kvality se dříve naplánované kroky realizují. Posledním procesem je kontrola kvality, kdy se sledují výsledky, kterých bylo dosaženo a sleduje se, jestli odpovídají stanoveným normám. V této fázi se také určují způsoby odstraňování problémů, vzniklých při stanovování a uplatňování norem. [22]

Každý z těchto procesů můžeme charakterizovat třemi oblastmi, kterými jsou vstupy, nástroje a techniky a výstupy.

4.1 Plánování kvality

Jak již bylo řečeno dříve, plánování kvality je prvním procesem, který probíhá v rámci řízení kvality projektu. Dochází k identifikaci požadavků na kvalitu, stanovení norem a postupů vedoucích ke splnění těchto požadavků.

Plánování kvality by mělo být prováděno souběžně s dalšími procesy. Například navrhované změny produktu, které povedou ke splnění stanovených standardů kvality, mohou způsobit také změny v nákladech nebo vyžadují nové sestavení harmonogramu úkolů. [1]

4.1.1 Vstupy při plánování kvality

Nejprve je nutné definovat vstupy, které budou použity při plánování kvality. Jedná se především o sestavení seznamů, výpočtů, základních pokynů, předpisů, platných norem a další dokumentace. Vše je potřeba řádně připravit a než započne plánování, je vhodné mít všechny potřebné materiály k dispozici.

Jednotlivé vstupy jsou následující [8]:

- základní popis rozsahu projektu,
- seznam zúčastněných stran,
- základní vyjádření nákladů,
- základní harmonogram projektu,
- seznam rizik,
- faktory životního prostředí,
- organizace procesů.

Základní popis rozsahu projektu

Oblast působnosti tohoto předpisu obsahuje popis projektu, hlavní výstupy projektu a kritéria jeho přijatelnosti. Popis škály výrobků často obsahuje podrobnosti o technických parametrech a další otázky, které mohou mít vliv na plánování kvality.

Kritéria přijatelnosti mohou zvýšit nebo snížit náklady na projekt nebo na jeho kvalitu. Pro splnění všech kritérií je důležité, aby byly uspokojeny především potřeby zákazníka, neboť ten stanovuje základní požadavky pro projekt.

Seznam zúčastněných stran

Tento registr obsahuje soupis všech zúčastněných osob, které jsou důležité pro projekt a které mohou mít dopad na jeho kvalitu. Zúčastněnou stranou se rozumí osoby nebo skupiny, které mají zájem na dosažení určitého cíle nebo na úspěchu organizace.

Mezi zúčastněné strany řadíme vlastníky, zákazníky, zaměstnance organizace, bankéře, dodavatele, partnery, svazy nebo společnosti.

Základní vyjádření nákladů

V této fázi se stanovuje poměr ceny a výkonu. Je třeba pracovat nejen s náklady na kvalitu, ale i s ostatními náklady, aby výsledek byl co možná nejpřesnější a nedocházelo ke zbytečným odlišnostem od skutečnosti.

Základní harmonogram projektu

Základní harmonogramu projektu je schvalován projektovým týmem. Obsahuje mimo jiné data zahájení a ukončení projektu, je součástí plánu řízení projektu.

Seznam rizik

Seznam rizik obsahuje informace o hrozbách a příležitostech, které mohou mít vliv na požadavky na kvalitu. Příprava seznamu začíná identifikací rizik a dalších informací, které budou poté k dispozici pro další projektová řízení a řízení rizik.

Faktory životního prostředí

Máme na mysli takové faktory životního prostředí, které mají vliv na plánování kvality projektu. Tyto faktory obsahují, ale zároveň nejsou omezovány následujícími dokumenty:

- vládní předpisy,
- normy, pokyny a pravidla specifické pro danou oblast,
- provozní podmínky projektu, které mohou mít vliv na kvalitu projektu.

Organizace procesů

Každý proces vyžaduje určitou organizaci, podle které se bude daný projekt řídit. Tyto vstupy jsou určovány především těmito náležitostmi [1]:

- organizační politika kvality, pokyny a postupy,
- historické databáze,
- poučení se z předchozích projektů,
- politika kvality.

Politika kvality musí být schválena vrcholovým vedením. To stanoví zamýšlený směr organizace s ohledem na jakost. Politika kvality u produktů se často přijímá tak, jak se používala při minulých projektech. Pokud ale organizace nemá žádnou formální politiku kvality, musí projektový management vytvořit novou politiku kvality speciálně pro daný projekt. Bez ohledu na původ této politiky, projektový management musí zajistit, aby si byli všichni účastníci projektu plně vědomi této politiky použité v projektu, a to prostřednictvím dostatečného šíření informací. [1]

4.1.2 Nástroje a techniky

Co se týká organizace řízení kvality, bývá v podnicích provozována různě. V některých společnostech existují oddělení specializující se pouze na řízení kvality. V jiných společnostech probíhá řízení kvality na základě kontraktu s další společností. Oba tyto přístupy jsou součástí předpisů a pokynů dané společnosti a je tedy nutno je respektovat.

Nástroje a techniky sloužící k vytvoření plánu řízení kvality jsou následující [22]:

- analýza nákladů a přínosů,
- náklady jakosti,
- kontrolní diagramy,
- benchmarking,
- návrhy experimentů,
- statistické vzorkování,
- vývojové diagramy,
- metodika managementu kvality,
- další nástroje plánování kvality.

Analýza nákladů a přínosů

Za hlavní výhody splnění požadavků na kvalitu můžeme považovat menší množství oprav, vyšší produktivitu, nižší náklady a větší spokojenost všech zúčastněných osob. Porovnávají se zde náklady, které musíme vynaložit na zlepšení kvality, a užitek, který z tohoto zlepšení plyne.

Náklady jakosti

Do nákladů na kvalitu zahrnujeme veškeré náklady, které byly vynaloženy v průběhu životnosti produktu. Týkají se především investic do prevence nesouladu s požadavky, posuzování produktu z hlediska shody s požadavky a případná přepracování.

Náklady použité na odstranění závad se často rozdělují na vnitřní a vnější. Vnitřními náklady rozumíme takové náklady, kdy se na závadu přišlo ještě při zpracovávání projektu. Vnější náklady jsou ty, které byly použity na závady, které objevil zákazník.

Kontrolní diagramy

Kontrolní diagramy se používají k určení, zda proces je či není stabilní a zda je jeho výkon předvídatelný. Horní a dolní meze jsou stanoveny ve smlouvě. Odrážejí maximální a minimální povolené hodnoty. Pokud dojde k překročení těchto mezí, může dojít k sankcím. Tyto meze stanovuje vedoucí projektu po dohodě s příslušnými zúčastněnými stranami.

Tyto diagramy mohou být použity ke sledování různých typů výstupních proměnných. Nejčastěji se používají ke sledování opakujících se činností při výrobě. Mohou být také použity ke kontrole nákladů, odchylek a dalších výsledků.

Benchmarking

Benchmarking se využívá pro porovnávání plánovaných nebo skutečných činností v projektovém řízení u srovnatelných projektů. Základním úkolem je určit osvědčené postupy, nápady na zlepšení a v neposlední řadě poskytnout základ pro měření výkonnosti. Porovnávané projekty mohou být součástí dané organizace, ale mohou být i mimo ni.

Návrhy experimentů

Navrhování experimentů je statistická metoda, při které se určuje, které faktory mohou ovlivnit konkrétní vlastnost výrobku nebo procesu při vývoji nebo výrobě. Tato metoda by měla být použita při procesu plánování kvality a měla by určit, kolik a jaký druh testů je třeba provést, aby se zjistily náklady na kvalitu.

Statistické vzorkování

Při statistickém vzorkování se vybere náhodně část oblasti, kterou zkoumáme, a ta je následně podrobena kontrole. Frekvence vzorkování a velikost se určí v průběhu procesu plánování kvality, a tudíž se projeví i v nákladech.

Vývojové diagramy

Vývojový diagram je grafické znázornění, které ukazuje vztahy mezi jednotlivými postupovými kroky. Existuje mnoho druhů, ale všechny by měly obsahovat aktivity, rozhodné body a pořadí procesů.

V průběhu plánování kvality může vývojový diagram pomoci projektovému týmu při předvídání problémů, které mohou nastat. Znalost potenciálního problému může pomoci k rozvoji nových postupů a přístupů k jejich řešení.

Metodika managementu kvality

Pro management kvality se používá velké množství metod, kterými se společnosti mohou řídit. Jako příklad lze uvést metody Six Sigma, Lean Production, Quality Function Deployment a další. Tyto metody byly podrobněji rozebrány v kapitole Přístupy k řízení kvality projektu.

Další nástroje plánování kvality

Při plánování kvality se využívá i dalších nástrojů, nejen těch, které již byly zmíněny. Často pomáhají lépe definovat požadavky na kvalitu a efektivní řízení projektu. Je na zvážení každého podniku, jaký nástroj nebo metodu zvolí. Pro každý druh podnikání se hodí jiná metoda, a proto je toto rozhodnutí individuální pro každý podnik. Mezi další nástroje plánování kvality patří [1]:

- brainstorming,
- afinitní diagramy,
- analýza silových polí,
- nominální skupinová technika,
- matice priorit.

4.1.3 Výstupy při plánování kvality

Hlavním výstupem při plánování kvality je dokument nazvaný plán řízení kvality. Je nedílnou součástí celkového plánu projektu. Jednotlivé výstupy včetně hlavního výstupu jsou uvedeny zde [8]:

- plán řízení kvality,
- měřítko kvality,
- kontrolní seznamy kvality,
- plán zlepšování procesů,
- úprava projektové dokumentace.

Plán řízení kvality

Plán řízení kvality popisuje, jak bude projektový management provádět politiku jakosti. Poskytuje vstup do celkového plánu řízení projektu a zahrnuje kontrolu kvality, zajištění kvality, a kontinuální přístupy zlepšování procesů pro projekt.

Plán řízení kvality může být formální nebo neformální, může být velmi detailní nebo naopak nastíněn pouze rámcově. Tyto vlastnosti jsou určeny podle požadavků projektu. Plán by měl být přezkoumán již na začátku projektu, aby se ověřilo, zda jsou rozhodnutí založena na přesných informacích. Díky této kontrole je možné docílit snížení nákladů.

Měřítko kvality

Měřítko kvality popisují vlastnosti produktu nebo projektu, a to ve specifických podmínkách. Určují, jak se bude proces kontroly měřit. Jsou používána při zajišťování a kontrole kvality. Patří mezi ně například řízení rozpočtu, poruchovost, dostupnost a další.

Za jedno z důležitých měřítek kvality se také považuje spokojenost zákazníka. V tomto stádiu řízení kvality se však zabýváme hlavně propočty a kvantifikovanými veličinami.

Kontrolní seznamy kvality

Jedná se o nástroj, který se používá k ověření, zda byly provedeny všechny požadované postupové kroky. Jedná se tedy o kontrolu kvality procesu. Seznamy mohou být různě složité, dle požadavků projektu. Mnoho organizací má své vlastní standardizované kontrolní seznamy

pro často prováděné úkony. Některé seznamy mohou být také poskytnuty od specializovaných sdružení nebo od komerčních poskytovatelů služeb.

Plán zlepšování procesů

Plán zlepšování procesů je součástí plánu řízení projektu. Popisuje jednotlivé kroky pro zjištění aktivit, které mohou zvýšit hodnotu projektu. Mezi součásti plánu patří [1]:

- procesní hranice,
- procesní konfigurace,
- procesní metriky,
- cíle pro zlepšení výkonu.

4.2 Zajištění kvality

Při procesu zajišťování kvality jsou prosazovány standardy kvality stanovené plánem do vytvářených produktů nebo služeb. Zajištění kvality představuje vyšší šanci na efektivitu a úspěšnost procesů, které souvisí s garancí požadované úrovně kvality. Související aktivity působí už v průběhu vytváření a před dokončením výstupů projektu. [22]

4.2.1 Vstupy při zajišťování kvality

Také při zajištění kvality je důležité dbát na to, aby byly shromážděny všechny vstupy, které budou potřeba v další fázi řízení kvality. Tyto vstupy jsou následující [1]:

- plán řízení kvality,
- metriky kvality,
- informace o pracovním výkonu,
- kontrola kvality měření.

Informace o pracovním výkonu

Tyto informace se shromažďují v průběhu celého projektu. Na konci nebo v průběhu projektu se vyhodnocují a mohou být použity jako informační materiál i pro další projekty, pokud se jedná o stejnou náplň práce.

Získané výsledky o pracovním výkonu, které mohou pomoci při provádění auditu, obsahují:

- technické ukazatele výkonnosti,
- stav výstupů,
- plán pokroku,
- vzniklé náklady.

Kontrola kvality měření

Výsledky měření jsou použity k analýze a vyhodnocení kvality a procesů, které organizace provádí. Jsou to zdokumentované výsledky ve formátu, který byl stanoven již v průběhu plánování kvality.

4.2.2 Nástroje a techniky

Při vykonávání řídicích aktivit, které vedou k zajištění kvality, se používají:

- nástroje a techniky v plánu řízení kvality,
- audity kvality,
- procesní analýza.

Audity kvality

Audit kvality je strukturované, nezávislé přezkoumávání, zda jsou aktivity projektu v souladu s organizační a projektovou politikou, s procesy a procedurami. Cíle auditu kvality jsou následující:

- identifikovat všechny prováděné postupy,
- identifikovat všechny mezery a nedostatky,
- sdílet osvědčené postupy v podobných projektech uvnitř organizace,
- nabídnout pomoc při zlepšování procesů a tím zvýšit produktivitu,
- poučit se z výsledků auditu.

Následná snaha napravit nedostatky by měla vést ke snížení nákladů na kvalitu a ke zvýšení zájmu sponzora nebo zákazníka. Audity kvality mohou být náhodné nebo plánované a mohou být prováděny externími nebo interními audity.

Procesní analýza

Procesní analýza navazuje na kroky popsané v plánu zlepšování procesů. Rovněž zkoumá zažité problémy a překážky zjištěné během provozu. Zahrnuje také tzv. analýzu hlavních příčin – speciální techniku sloužící k identifikování problému, objevování jeho základních příčin a hledání preventivních opatření.

4.2.3 Výstupy zajišťování kvality

Hlavním výstupem při výkonu řídicích aktivit by mělo být zlepšení kvality procesů, kdy jsou splněny zákaznickovi požadavky a představy. Po formální stránce tvoří výstupy [1]:

- úprava organizace procesů,
- požadavky na změny,
- úprava plánu řízení kvality,
- úprava projektové dokumentace.

Požadavky na změny

Zlepšování kvality zahrnuje přijímání opatření ke zvýšení efektivnosti a účinnosti projektové politiky, procesů a postupů. Změny mohou být provedeny pomocí nápravných a preventivních opatření nebo prováděním oprav.

4.3 Kontrola kvality

Při kontrole kvality bývá prováděna inspekce a testování, k tomu se používají různé diagramy. Kontrola kvality je z pohledu projektového managementu technickým aspektem řízení kvality. Projektový tým v čele s manažerem projektu navrhnou technické postupy pro každý krok realizace projektu tak, aby byly podchyceny a odstraněny nedostatky co nejdříve po jejich vzniku. [22]

4.3.1 Vstupy kontroly kvality

Při kontrole kvality je důležité správně stanovit a shromáždit jednotlivé vstupy, které poté pomáhají při zjišťování, zda byl projekt z hlediska kvality dostačující nebo nikoli. Hlavním vstupem kontroly kvality je plán řízení kvality, který je používán v průběhu celého projektu. Výčet dalších vstupů je následující [1]:

- plán řízení kvality,
- metriky kvality,
- seznamy kvality,
- měření pracovního výkonu,
- schválené požadavky na změny,
- dodávky a produkty,
- organizace procesů.

Schválené požadavky na změny

Některé změny jsou schváleny, ale některé být nemusí. Schválené požadavky na změny mohou zahrnovat například takové úpravy, jako jsou opravy vad, úpravy pracovních metod nebo úpravy harmonogramu. Včasné provádění úprav je nutné vždy ověřit.

Dodávky a produkty

Schválenou dodávkou je myšlen jakýkoli jedinečný a ověřený produkt, výsledek nebo schopnost vykonávat službu, který musí být proveden nebo vyroben k dokončení procesu, fáze nebo celého projektu.

4.3.2 Nástroje a techniky kontroly kvality

V poslední době se jako hlavní nástroj kontroly kvality začaly považovat statistické metody. Jejich automatizované systémy, které sbírají a analyzují data, se staly velice populárními především díky jejich praktickému využití. Velkou výhodou statistických metod je jejich přesnost v popisu procesů. Každý proces můžeme díky tomu charakterizovat měřitelnou odchylkou i známou tolerancí. Díky tomu je zde velký prostor pro neustálé zlepšování kvality.

Základní nástroje statistických procesů kontroly kvality jsou [8]:

- tabulky,
- Paretovy diagramy,
- analýza příčin a důsledků,
- analýza trendů,
- histogramy.

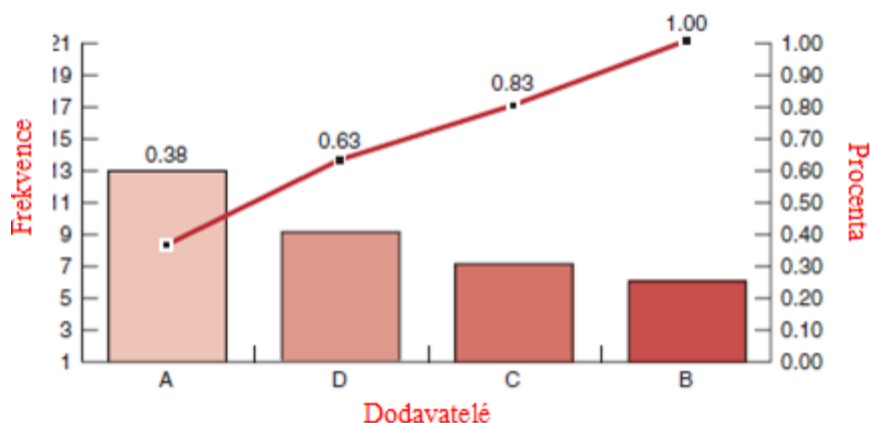
Tabulky

Jedná se o metodu systematického sběru dat a následné prezentace. Používají se v případech, kdy jsou data získávána z automatizovaného média. Tabulky poskytují konzistentní, efektivní a ekonomický přístup ke sběru dat a k jejich organizaci pro následné analýzy.

Paretovy diagramy

Jedná se o specifický typ histogramu, který identifikuje a určuje priority problémových oblastí. Používají se pro analýzu různých datových souborů a pro analýzu odchylek dvou nebo více metod. Vychází z Paretova principu, který tvrdí, že 20 % aktivit se podílí na 80 % výsledku. [22]

Na Obrázku 3 můžeme vidět znázornění Paretova diagramu.



Obrázek 3: Paretův diagram

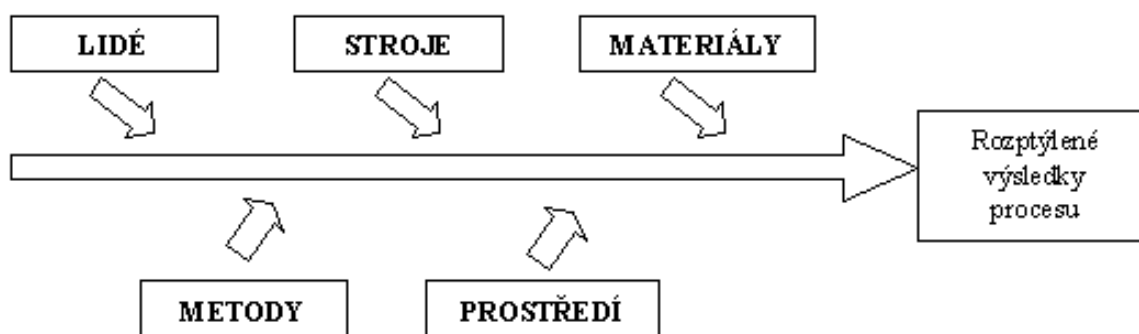
Zdroj: upraveno podle [11]

Existují tři druhy Paretovy analýzy [11]:

- základní – zjišťuje příčiny nejčastějších problémů při řízení kvality,
- komparativní – porovnává dvě nebo více variant,
- vážená – měření faktorů, které jsou významné, ale které se nemusí na první pohled projevit.

Analýza příčin a důsledků

Pokud se podaří identifikovat problém, je nutné vždy určit jeho skutečnou příčinu. Využívá se zde diagramů k identifikování vztahů mezi efektem a příčinou tohoto efektu. Tyto diagramy se označují jako Ishikawův diagram (diagram „rybí kost“), který můžeme vidět na Obrázku 4. [8]



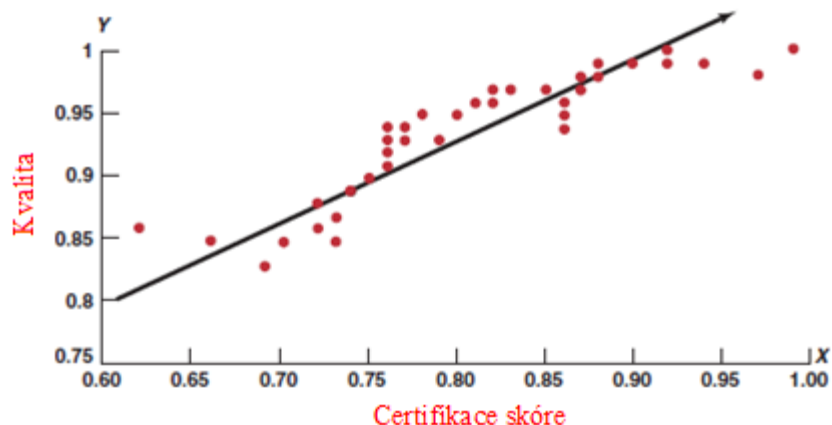
Obrázek 4: Ishikawův diagram

Zdroj: [15]

Hlavními výhodami analýzy příčin a důsledků je názornost diagramu, který zobrazuje jevy a příčiny, strukturovanost přístupu k řešení problému, snadné úpravy a jednoduché doplňování dalších detailů. [22]

Analýza trendů

Analýza trendů je statistickou metodou zkoumající a kvantifikující vztahy mezi daty. Hledá jejich matematické vyjádření, které odpovídá jejich rozložení. Tato metoda se používá k zobrazení vztahu závisle a nezávisle proměnných. Jejich vzájemný vztah je zobrazen pomocí přímky nebo křivky, jak můžeme vidět na Obrázku 5. [8]



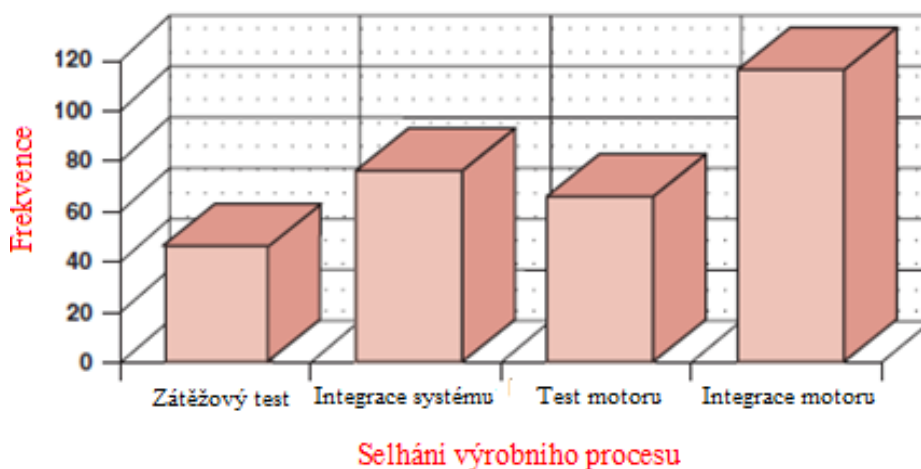
Obrázek 5: Analýza trendů

Zdroj: upraveno podle [11]

Histogramy

Histogram slouží ke grafickému prezentování dat. Poskytuje přehledné znázornění v konkrétním čase, neřeší odchylky ani trendy. Při řízení projektů se histogramy většinou používají k zobrazení rozložení předpokládaného pracovního zatížení členů projektového týmu nebo při rozložení určitého jevu ve větším množství vzorků. [22]

Histogram se používá, pokud jsou k dispozici údaje o průběhu procesu. Pomocí histogramu můžeme sledovat, jaké změny v procesu nastaly nebo je možná porovnávat dva různé procesy. Vyjadřuje se jako sloupcový graf, kde všechny sloupce mají stejnou šířku, která vyjadřuje šířku jednotlivých intervalů. Výška sloupců udává četnost veličiny v daném intervalu. Na Obrázku 6 je vidět zobrazení histogramu.



Obrázek 6: Histogram

Zdroj: upraveno podle [11]

Další nástroje kontroly kvality

Nástrojů a technik ke kontrole kvality je velké množství, a proto nemohou být rozebrány všechny. Mezi další nástroje patří například vývojové diagramy, analýzy rozptylů, analýzy náhodných veličin, diagramy kontroly procesu a další.

4.3.3 Výstupy kontroly kvality

Tak jako u výstupů při zajišťování kvality, i zde je hlavním výstupem zlepšení kvality produktů, který může přispět ke spokojenosti zákazníka. Další výstupy jsou následující:

- měření kvality řízení,
- ověřené změny,
- ověřené výstupy,
- úprava organizace procesů,
- požadavky na změnu,
- úprava plánu na řízení kvality projektu,
- úprava projektové dokumentace.

Úprava organizace procesů

Prvky, které mohou být upravovány, jsou následující [1]:

- dokončení seznamů – kompletní seznamy se stávají součástí projektové dokumentace,
- poučení se z dokumentace – zde jsou zdokumentovány příčiny odchylek, důvody nápravných opatření a další. Stávají se součástí historické databáze pro projekt i pro organizaci. Jednotlivé poznatky jsou zaznamenávány v průběhu celého životního cyklu projektu.

Úprava plánu na řízení kvality projektu

Prvky, které jsou součástí plánu na řízení kvality projektu a které mohou být upravovány a aktualizovány, jsou tyto:

- plán řízení kvality,
- plán zlepšování procesů.

5 ŘÍZENÍ KVALITY PROJEKTU – VÝSTAVBA FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY SPOLEČNOSTÍ ENSERVIS, S.R.O.

V následující kapitole je rozebráno řízení kvality v konkrétním podniku, a to ve společnosti EnServis, s.r.o. Jedná se o výstavbu fotovoltaické elektrárny, kterou společnost zajišťovala.

5.1 Představení společnosti

Společnost EnServis, která má sídlo v Pardubicích, se specializuje na servisní a poradenskou činnost pro výrobní elektrické energie ze slunečního záření.

EnServis, s.r.o. je servisním partnerem společnosti Fronius. Díky tomu má kompetenci potřebnou pro odborný servis. Servisní technici procházejí školeními nejen u firmy Fronius, ale také v oblastech nastavení síťových ochran, konfigurace dispečerských systémů řízení výroby, realizace ochran proti přepětí či úderu blesku a mnoha dalších. Jejich odborná způsobilost a neustálé zvyšování kvalifikace dává zákazníkům jistotu kvalitní a odborné péče o svěřené technologie. [10]

5.1.1 Služby pro zákazníky

V rámci služeb klientům nabízí společnost kompletní údržbu a správu zaměřující se na maximální podporu, která začíná monitoringem výrobního procesu a servisem instalované technologie nízkého napětí, dále provozováním prvků vysokého napětí a končí zastupováním výrobců u operátora trhu s elektřinou a dozorujícími orgány státní správy.

Podrobný výčet služeb, které firma nabízí, je následující [10]:

- zajištění komplexní servisní činnosti při provozování výroben elektrické energie,
- projekční a poradenská činnost při návrhu výroben elektrické energie,
- výstavba decentralizovaných zdrojů elektrické energie,
- návrh a instalace dekompenzačních rozvaděčů,
- revizní činnost nízkého i vysokého napětí,
- poradenská činnost při provozování elektrických zařízení,

- projektování a realizace elektronických zabezpečovacích signalizací,
- termosnímkování objektů a průmyslových technologií kamerou TESTO 881.

5.1.2 Konkurenční výhody

Za hlavní konkurenční výhody, kterými společnost disponuje, se považuje [10]:

- certifikace členů odborného týmu od výrobců technologií použitých na výrobnách,
- servisní partnerství s firmou Fronius – výrobcem střídačů,
- všichni členové týmu jsou v souladu s vyhláškou 50/1978 Sb. osoby znalé s vyšší kvalifikací, z tohoto důvodu je zde plná zastupitelnost při řešení servisních zásahů,
- většina zaměstnanců absolvovala mnoho doplňkových seminářů a školení, které byly přímo vybírány s ohledem na problematiku instalací výroben elektrické energie,
- detailní znalost prostředí ČEZ Distribuce a ERU
- znalost systémů elektronické zabezpečovací signalizace a jejich projektování, konfigurace, servis a obsluha,
- dřívější komunikace s dotčenými orgány státní správy z doby výstavby a tím snazší komunikace v případě řešení nových požadavků,
- vlastní revizní technik zabezpečující revizní zprávy výroben,
- smluvní revizní technik na vysoké napětí a tím možnost kompletního servisního pokrytí výroby,
- zkušenost se servisem a obsluhou daných typů výroben,
- zabezpečení plynulého a bezproblémového přechodu od stávajícího servisního partnera.

5.2 Popis projektu FVE

Jak již bylo řečeno výše, společnost Enservis, s.r.o. se zabývá nejen servisními službami stávajících elektráren, ale také výstavbou nových fotovoltaických elektráren. Jednou z nich je také projekt výstavby fotovoltaické elektrárny na Hradecku, kterou společnost realizovala.

Podobně jako v teoretické části práce jsou i zde rozebrány jednotlivé kroky, které jsou nezbytné pro správné řízení kvality projektu tak, jak byly uskutečňovány společností EnServis, s.r.o.

Na začátku projektu bylo nutné zodpovědět některé základní otázky, důležité pro plánování projektu i jeho kvality. Základní popis rozsahu projektu je klíčový pro plánování kvality a následnou realizaci.

5.2.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání

Účel užívání stavby

Stavba je zbudována za účelem dodávky elektrické energie do distribuční sítě 35 kV.

Trvalá nebo dočasná stavba

Jedná se o dočasnou stavbu, jejíž životnost je předpokládána na dobu 25 let. Z tohoto důvodu je zapotřebí vyjmout pozemky dotčené stavbou ze zemědělského půdního fondu a platit odvody dle příslušné bonity.

Novostavba nebo změna dokončené stavby

Celý objekt je v plném rozsahu novostavbou.

Etapizace výstavby

Celá stavba je realizována v jednom časovém úseku jako jeden celek. Předpokládaná objektová skladba je uvedena v Tabulce 1 (SO = stavební objekt):

Tabulka 1: Předpokládaná objektová skladba projektu

SO 01	OPLOCENÍ
SO 02	TECHNOLOGICKÉ KONTEJNERY
SO 03	TECHNOLOGIE FVE
SO 04	TRAFOSTANICE
SO 05	KABELOVÁ PŘÍPOJKA VN

Zdroj: vlastní zpracování

5.2.2 Orientační údaje o stavbě

Předpokládané údaje

Výstavba proběhne na ploše o výměře cca 4,5 ha, další údaje jsou vedeny v Tabulce 2.

Tabulka 2: Základní údaje o kapacitě stavby

délka oplocení	913 m
počet panelů	8149 ks
počet technologických kontejnerů	9 ks
počet trafostanic	1 ks
počet střídačů	46 ks
počet stringcontrolů	90 ks

Zdroj: vlastní zpracování

Celková bilance nároků všech druhů energií

Jediným druhem využívané energie je výroba, případně vlastní technologická spotřeba. Za denního provozu pokrývá výroba veškerou vlastní spotřebu. K odběru z distribuční sítě dochází pouze v noci (resp. při nečinnosti střídačů). Z předběžných pozorování a výpočtů bude měsíční spotřeba cca 1,4 MWh.

Celková spotřeba vody

Celková spotřeba je nulová, protože veškerá instalovaná zařízení jsou na vodě nezávislá. Není proto nutné tuto položku dále zohledňovat.

Odborný odhad množství splaškových a dešťových vod

Jedná se o novostavbu, na které nedochází k úpravě terénu ani stavbě objektů s odtokem vody. Protože se stav a povrch daného území nemění, nedojde ke změně množství dešťových ani splaškových vod. Vybudování a zajištění odtoků proto není nutné.

5.2.3 Popis stavby

Zdůvodnění výběru stavebního pozemku

Pozemek byl vybrán s ohledem na svoji ideální polohu s orientací směrem na jih. Budoucí fotovoltaická elektrárna se nenachází v zastavěné části obce, zároveň je však vhodně situována s ohledem na dodávku elektrické energie do distribuční sítě. Součástí výběru lokality byla změna územního plánu, jež vytváří ideální prostředí pro výstavbu elektrárny v dané lokalitě. Vhodnou změnou územního plánu nedochází k narušení reliéfu krajiny ani k jiným nepříznivým vlivům.

Zásady technického řešení

Jedná se o novostavbu fotovoltaické elektrárny, alternativního zdroje energie – sluneční elektrárny. Fotovoltaický park o instalovaném výkonu 2,1 MWp se skládá z 8149 fotovoltaických panelů. Jednotlivé fotovoltaické panely budou připevněny ke konstrukci z hliníkové slitiny nerezovými šrouby.

Na pozemku bude umístěno 14 řad fotovoltaických panelů. Konstrukce je navržena tak, aby sklon fotovoltaických panelů činil 35 ° od horizontální roviny a dále 0 ° směrem na jih. Konstrukce jsou upevněny do země pomocí speciálních zemních vrtů, a to do hloubky cca 1400 mm.

5.2.4 Základní údaje o provozu a výrobním programu

Popis navrhovaného provozu a výrobního programu

Elektrárna je budována jako bezobslužné zařízení s minimálními náklady na údržbu v případě bezproblémového chodu. Její provoz je dán výhradně intenzitou slunečního záření v daném ročním období.

Předpokládané kapacity provozu a výroby

Na elektrárně bude instalovaný výkon nepřekračující 2,1 MWp, přičemž maximální výstupní výkon dodávaný do distribuční sítě činí 1805 kW.

Popis technologií a výrobního programu

Fotovoltaická elektrárna vyrábí elektrickou energii na principu emise dopadajících elektronů a předání energie jednotlivým článkům. Způsobem sérioparalelního řazení je docíleno štítkových hodnot udávaných výrobcem. Toto napětí je pak transformováno do distribuční sítě.

Řešení likvidace nebo využití odpadů, řešení likvidace splaškových a dešťových vod

K žádnému vytváření odpadů ani vedlejších produktů nedochází. Jedná se o dočasnou novostavbu, na které nedochází k úpravě terénu ani stavbě objektů s odtokem vody. Protože se stav a povrch daného území nemění, nedojde ke změně množství dešťových nebo splaškových vod.

Odhad potřeby vody a energií pro výrobu

Při výrobě elektrické energie je elektrárna na energiích nezávislá, protože je brána jako výrobní jednotka. V nečinnosti odebírají jednotlivá zařízení minimální energii a setrvávají v „režimu spánku“ až do doby dostatečného osvětlení. Předpokládané náklady na odběr energie jsou 1,4 MWh/měsíc.

Řešení ochrany ovzduší

Ochrany ovzduší není zapotřebí nijak realizovat. Elektrárna neprodukuje žádné odpady.

Řešení ochrany proti hluku

FVE lze nazvat pasivní, tudíž k žádnému hluku nedochází.

Řešení ochrany stavby před vniknutím nepovolaných osob

Oplocení pozemku je řešeno pletivovým plotem vysokým dva metry. Pletivo bude přichyceno na ocelové plotové sloupky, které budou ukotveny do betonových patek podle projektové dokumentace.

Dále bude uvnitř objektu nainstalováno zabezpečovací zařízení odpovídající požadavkům investora, pro kterého bylo důležité, aby byla navrhovaná stavba dostatečně zabezpečena proti vniknutí nepovolaných osob.

5.3 Zohlednění rizik projektu

Dalším úkolem před realizací projektu bylo určit a zhodnotit možná rizika, která by mohla ohrozit průběh projektu.

Prodloužení doby výstavby ovlivněné klimatickými podmínkami

Fotovoltaické elektrárny se často staví v zimě, aby k jejich zahájení došlo koncem zimy nebo začátkem jara. Z tohoto důvodu může být výstavba prodloužena důsledkem trvalého sněžení, které stavebníkům znemožňuje práci. V důsledku nadměrného tání sněhu nebo jarních dešťů dochází k podmáčení povrchu, které stěžuje nebo zcela znemožňuje zásobování na staveništi. Povětšinou musí stavebník zásobovací trasy nadměrně zpevňovat, což vede k prodražení investice.

Pozastavení stavby nebo její zrušení v důsledku živelných katastrof

Tato rizika se podnik snaží eliminovat tím, že vybírá rovné plochy, kde nehrozí sesuvy půdy a dále plochy, na kterých nejsou stromy. Ty jednak brání přístupu slunečních paprsků na fotovoltaické panely, ale mohou i při silném větru spadnout a panely poškodit.

Zvýšení nákladů spojených se změnami kurzu eura nebo dolaru

Veškeré nákupy, které jsou potřebné pro zajištění materiálu, jsou realizovány v dolarech nebo eurech, jelikož se většinou nakupují v zahraničí. Díky nadměrnému množství materiálu a dopředu dohodným kontraktům se snaží stavebník eliminovat možnou ztrátu způsobenou kolísáním měny dobou splatnosti objednaného zboží.

Nedodržení termínu dokončení výstavby v plánovaném roce s ohledem na stanovené výkupní ceny ERU

Energetický regulační úřad každý rok stanovuje cenu, za kterou se vyrobená elektřina vykupuje. Pokud by se výstavba prodloužila až do dalšího roku, vlastník elektrárny by poté mohl dostávat méně peněz za výkup, než si naplánoval. To by mohlo vést k nepřevzetí díla a zmaření investice.

5.4 Kvalita projektu v jednotlivých fázích výstavby

Při plánování kvality je rovněž důležité stanovit předběžný návrh harmonogramu projektu. Při budování fotovoltaických elektráren se většinou postupuje podle níže uvedených kroků. Důležité je správně naplánovat dobu, po kterou se budou jednotlivé kroky realizovat.

5.4.1 Naplánování termínu výstavby

Termín výstavby musí být realizován s ohledem na dokončení nejdéle do konce roku. V prvním čtvrtletí nelze stavbu zahájit, protože klesají teploty hluboko pod bod mrazu a přípravné práce na oplocení nebo případně vytyčení lze realizovat jen velmi obtížně. Z toho důvodu se s výstavbou začíná v první polovině března, protože průměrné teploty dosahují přibližně 2-3 stupňů. V první polovině měsíce je dovezeno vybavení a zřízeno stanoviště u vjezdu pozemku, které slouží jako centrála vedoucího stavby a ostatních dělníků pracujících na stavbě.

5.4.2 Vytyčení a urovnání povrchu

Vytyčení pozemku lze zajistit odbornou geodetickou společností, která má příslušné kalibrované přístroje. S ohledem na pozdější pohyb po staveništi a dodržení plynulých dodávek materiálu je zapotřebí v některých místech stržení ornice a přesunutí do níže položených míst. Z tohoto důvodu musel projektový manažer rozhodnout, zda bude potřeba využít těžkou techniku nebo zda postačí drobné úpravy terénu. Z geodetických map a místního šetření vyplynulo, že využití těžké techniky nebude nutné a úpravy terénu budou pouze malé.

5.4.3 Oplocení pozemku

Výběru oplocení a jeho výstavbě byla přikládána velká důležitost. Důvodem je konečné zabezpečení celého objektu, který má střežit vloženou investici po celou dobu její životnosti. Z tohoto důvodu byla řešena kvalita použitého pletiva, jeho mechanické vlastnosti a především životnost.

V úvahu přicházel nejprve zděný plot, který by vyhovoval po všech stránkách, které se týkají zabezpečení. Bohužel však investor nebyl ochoten poskytnout dostatečné finanční prostředky. Proto se stavebník zaměřil především na oplocení z pletiva.

V této kategorii se nachází několik různých druhů pletiv, z nichž nejdůležitější jsou následující pletiva:

- čtyřhranná svařovaná pletiva
- svařované panely
- čtyřhranná pletená pletiva

Stavebník porovnal vlastnosti jednotlivých pletiv s ohledem na cenovou hladinu a dobu montáže jednotlivých pletiv. Vzhledem ke skoro stejně dlouhé době životnosti se rozhodl pro čtyřhranné svařované pletivo. Původně se projektant rozhodoval použít pozinkované trubky, které budou zabetonovány v patkách s úrovní terénu, ale vzhledem k možné korozi se přiklonil ke sloupkům potažených tenkou vrstvou plastu.

Bylo rozhodnuto, že vyhloubení sloupků bude realizováno pracovníky na stavbě, a to ručně. Bylo také spočítáno, že bude zapotřebí přibližně 380 sloupků. Vzhledem k jejich četnosti došlo přibližně u 15 % z nich k tahovým zkouškám, aby bylo zřejmé, že jsou sloupky v pořádku. Každý desátý sloupek byl také opatřen vzpěrami, které zajistí větší stabilitu a rozložení sil na jednotlivé sloupky.

Na vrchu zbudovaného oplocení měl být umístěn žiletkový drát, který by ztížil možné vniknutí do objektu. Navzdory podaným žádostem nebyla ve stavebním povolení tato úprava povolena, důvodem bylo zamítavé stanovisko odboru životního prostředí, které namítalo, že vzhledem k četné okolní fauně by mohlo dojít k poranění ptactva v dané oblasti.

5.4.4 Zajištění ostrahy

Vzhledem k četné výstavbě fotovoltaických systémů a užití nadměrného množství hliníkových a měděných materiálů musí být objekt střežen a v nočních hodinách nepřetržitě hlídán. Aby byla zajištěna alespoň základní ochrana v místě staveniště, byla umístěna uprostřed skladu s materiálem otočná kamera s nočním viděním a po okolí rozvěšeny halogenové výbojky.

Kvalitnějšího zabezpečení by bylo dosaženo některým z mobilních zabezpečovacích jednotek, např. firmy CIAS, zabývající se detekcí pomocí mikrovlnných bariér nebo např. firmy SIEZA, poskytující širokou škálu mobilních infrabariér nebo otřesových senzorů. Stavebník však nevyhodnotil riziko jako velké a tudíž se přiklonil pouze k výše uvedenému zabezpečení.

5.4.5 Výstavba nosných konstrukcí

System upevnění nosných konstrukcí umožňuje několik způsobů řešení. Zde byl vybrán kompromis mezi kvalitou použitého materiálu a pevným spojením se zemí.

Možností bylo použít betonové patky, které jsou položeny na strhnutou ornici a do kterých se připevňují nosné konstrukce. Tato metoda byla zavrhnuta, protože odlití desky na místě nebylo reálné a vzhledem k počtu desek by se doba výstavby a její cena příliš prodražila.

V dané lokalitě byly udělány zkušební vrty do hloubky dvou metrů a vzorky byly testovány na přítomnost podzemních vod. Jelikož byly veškeré testy příznivé, přistoupilo se k použití zemních vrutů, které jsou pomocí vrtné soupravy vpraveny do země a nechají se vyčnívat cca 20 - 30 cm nad povrchem. Pro tuto činnost byli vyškoleni dva pracovníci, kteří měli tuto činnost na starosti.

Předpokládalo se ukotvení zhruba 100 šroubů denně. Tomuto kroku však předcházelo zaměření téměř 2800 bodů na ploše přibližně 5 hektarů (počet použitých zemních vrutů je shodný s počtem vyměřených bodů). Stavebník rozhodl i tento krok výstavby realizovat mechanicky za pomoci laserové vodováhy a měřidel.

Technologie ukotvení zemních vrutů se nemění, a tudíž se po jejím dokončení provedou dva nezávislé trhací testy, které prokážou správné upevnění v zemině. Nad povrchem lze použít konstrukce kovové nebo dřevěné. Vzhledem k novým technologiím se objevují i předepjaté konstrukce, ty byly ale vzhledem ke kvalitě zpracování a možným škodám způsobených lidským faktorem nebo vadou materiálu předem zavrhnuty. Dřevěné konstrukce jsou sice stejně kvalitní jako ty kovové, ale podléhají snadno plísním a jiným škůdcům. S ohledem na životnost a pravidelnou údržbu byly proto použity konstrukce hliníkové.

Konstrukce byly projektovány statikem a byla tak posouzena jejich odolnost proti zatížení, ale především proti větru, který bude namáhat konstrukce ze severní strany. Bylo stanoveno, že jedna konstrukce musí vydržet namáhání alespoň 2 tuny. Tyto stojaté konstrukce jsou překryty příčnými latěmi obdobně, jako je tomu u střech při použití kontralatí. Konstrukce není delší než 18 metrů s ohledem na dilatační vlastnosti hliníku. Při této délce se protáhne hliníková lať o téměř 1 cm, což je velká tahová síla na úchyty, které ji drží.

5.4.6 Výběr a uchycení fotovoltaických panelů

Jedním ze základních prvků fotovoltaické elektrárny jsou samozřejmě solární panely produkující potřebnou elektrickou energii ze slunečního záření. S ohledem na výnosnost a kvalitu projektu bylo do zpracování zahrnuto hned několik výrobců a typů panelů.

Problematika panelů je z několika hledisek značně složitá. Především jde o poměrně novou technologii, která není zcela prověřena za celou dobu své skutečné životnosti. Veškeré výzkumy se opírají především o laboratorní studie stárnutí a vliv na produkci jednotlivých fotovoltaických panelů. Dnešní technologie nabízejí na výběr využití monokrystalických, polykrystalických nebo amorfních panelů. Zjednodušeně lze zkrátit výběr na panely polykrystalické, protože jsou svými vlastnostmi nejvhodnějším typem.

V Tabulce 3 jsou přehledně zobrazeny jednotlivé druhy panelů, jejich cena a účinnost. Ceny jsou uvedeny bez DPH a stanoveny podle roku 2012. Je nutné zdůraznit, že solární panely jsou nejvýznamnější položkou utvářející výslednou cenu díla a to z více jak 50 %.

Tabulka 3: Srovnání cen a účinností jednotlivých druhů panelů

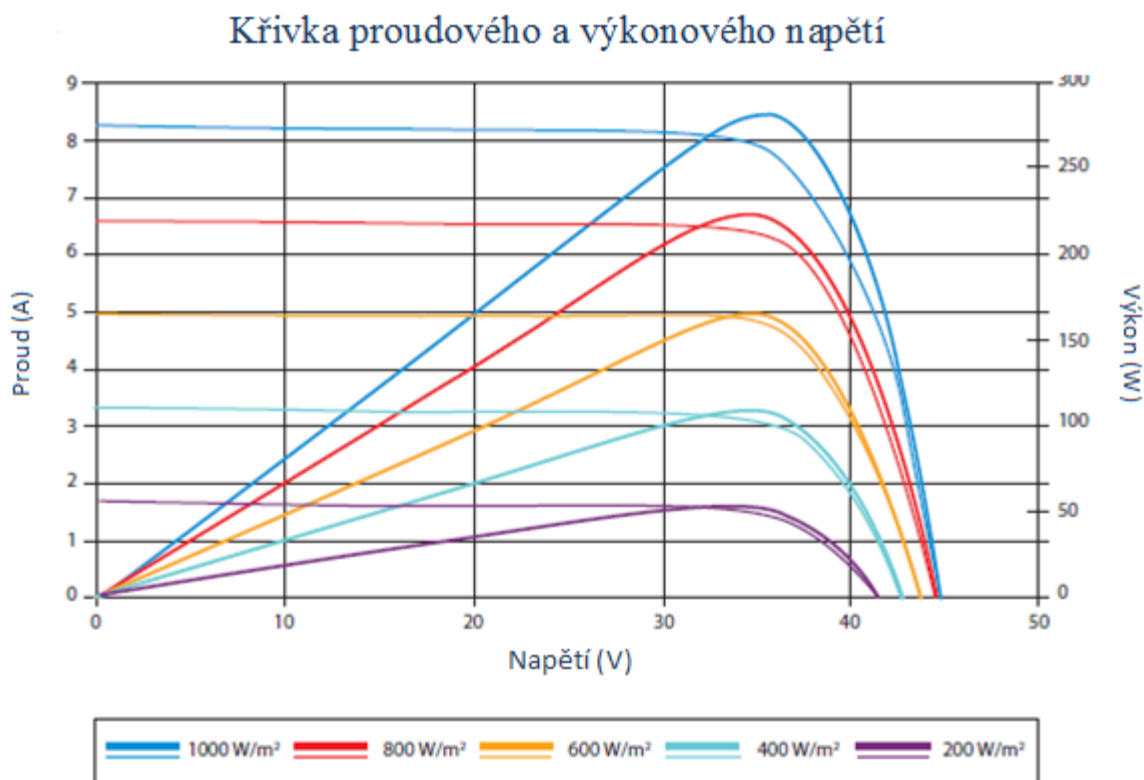
Název panelu	IBC PolySol 240 TE	Yingli YL240PT	CEEG SST 240/60P	Sanyo HIT-N240SE10	IBC PolySol 240 TX	Suntech STP240S
Cena za panel	8 640 Kč	7 020 Kč	7 650 Kč	14 580 Kč	7 920 Kč	7 380 Kč
Cena celkem	70 416 000 Kč	57 213 000 Kč	62 347 500 Kč	118 827 000 Kč	64 548 000 Kč	60 147 000 Kč
Účinnost	14,6%	14,7%	14,8%	19,0%	14,4%	14,8%

Zdroj: vlastní zpracování

Z Obrázku 7 je zřetelné, že ačkoliv se účinnost přeměny slunečního záření nemění (výrobci udávají kolem 14 %), je panel silně závislý na slunečním osvětlení. Tím vzniká i možnost jeho zatížení. Při výběru výrobce podle ceny byla nejvhodnější firma Suntech, protože byla jedním z největších a nejrychleji se rozvíjejících dodavatelů na světě.

Rozdíl v ceně za jeden panel se může zdát zanedbatelný (kromě panelů značky Sanyo). Proto se při malém počtu panelů volí ten s nejlepší účinností. U počtu panelů přes 8 tisíc je nutné hledat kompromis mezi cenou a účinností.

Nejkvalitněji zpracovaným a cenově dostupným panelem byl výrobek firmy Suntech, pokud je zanedbán špičkový výrobce Sanyo, který by byl nerentabilní vzhledem k ceně solárních článků. Účinnost během své životnosti stále klesá a většina výrobců svým produktům garantuje 90 % původní účinnosti po 12 letech a 80 % účinnosti po 25 letech, což je na konci jejich životnosti.



Obrázek 7: Křivka proudového a výkonového napětí

Zdroj: upraveno podle [20]

Montáž bude prováděna dělníky ve skupinách po čtyřech. Protože musí být panel pevně přichycen ke konstrukci bez možnosti uvolnění, byly použity podložky a nerezové pojistné matice s gumovou vložkou.

5.4.7 Zajištění elektroinstalace

Elektroinstalaci se musí, vzhledem k jejímu umístění na elektrárně, rozdělit na instalaci vnitřní a vnější. Protože se jedná o stavbu, kde je umístěno mnoho elektrických rozvaděčů a přístrojů, je potřeba nejdříve provést určení vnějších vlivů v souladu s normou ČSN 33 2000-3. Jedná se o normu, která se zabývá mimo jiné i stanovením základních charakteristik, které mají použité přístroje splňovat, tedy kvalitu zpracování. Jednotlivé charakteristiky, které je třeba určit, jsou následující [9]:

- účel, ke kterému se zařízení užívá, jeho základní uspořádání a zdroje,
- vnější vlivy, kterým bude zařízení vystaveno v průběhu používání,
- vzájemná slučitelnost předmětů a zařízení navrhovaných zadavatelem projektu nebo projektantem,
- podmínky údržby projektovaného zařízení.

Veškeré kabelové vedení je uloženo do chrániček značky Kopoflex o průměru 40 nebo 50 mm. Kabely mohou být uloženy do pískového lože bez potřeby další ochrany, ale s ohledem na místní šetření může dojít k poškození hlodavci a především v pozdější době při pravidelné údržbě pozemku (během sečení zeleně). Při výběru solárních kabelů bylo dbáno na dva základní parametry, které musí kabely splňovat. Tyto parametry jsou následující:

- mechanická odolnost s dvouplášťovou izolací a stabilita vůči UV záření,
- volba průřezu kabelu s ohledem na ztráty, které vznikají vlivem úbytku napětí s každým metrem vedení.

Po pečlivém výběru byla zvolena firma DRAKA Kabely, jež je součástí Draka Holding. Důvodem výběru kabelů byla kvalita zpracování a dodržení přísných norem při výrobním procesu. Jednalo se především o získané certifikáty ISO 9001, ISO/TS 16949 a ISO 14001.

Každý pár kabelů, který vede od jednotlivých polí FV panelů, je na svých koncích opatřen odpovídajícími protikusy konektorů. Na trhu se objevuje široká škála výrobců a druhů konektorů. Vzhledem k vynaložené investici byly zakoupeny vzorky několika výrobců a podrobeny mechanickým zkouškám a zkouškám odolnosti proti vnikání vody. Protože bylo možné objednat panely s konektory typu MC3 nebo MC4, vztahovaly se zkoušky pouze na tyto typy konektorů. V porovnání kvality zpracování vůči mechanickému namáhání byly bezesporu lepší konektory MC4, protože svojí konstrukcí z tvrzeného plastu odolaly jakémukoliv zacházení během instalace. Naproti tomu se ukázala jejich slabina ve zkouškách odolnosti proti vnikání vody. Tento test proběhl na konektoru ponořeném do kapaliny po dobu 24 hodin. Některé konektory typu MC4 odolaly, ale u některých se slabina projevila v těsnění obepínajícím kabel. Naproti tomu konektor MC3 odolal kapalině díky lisování bezproblémově. S celkovou platností bylo rozhodnuto, že se použijí konektory MC3, navzdory nižší mechanické odolnosti, která byla zanedbána s ohledem na minimální zatížení po uvedení do provozu.

Napětíová hladina AC je realizována za pomoci kombinace měděných a hliníkových kabelů. Je zapotřebí zvolit vhodný kompromis mezi cenou jednotlivých kabelů a ztrátami, které vznikají při přenosu energie do distribuční sítě. Nejprve se musí spočítat délka kabelového vedení podle vypracovaného projektu a posléze určit celkovou ztrátu vzniklou při transportu energie. Výpočty byly nejprve provedeny pomocí základních vztahů vyplývajících z obecné elektroniky a posléze ověřeny v programu dodávaném výrobcem konvertorů elektrické energie.

Dle výrobcem doporučeného software byla zjištěna akceptovatelná ztrátovost na vedení do 2 % vyrobené elektrické energie. Instalace kabelového vedení je realizována opět experimentální formou. Polovina vyčleněných pracovníků je využita subdodavatelem, který má zkušenosti v oblasti elektrických zařízení a který splňuje požadavky dle vyhlášky č. 50/1978 Sb. Druhou část tvoří nekvalifikovaní pracovníci rozdělení do dvojic a jim přidělený vedoucí práce s potřebnou kvalifikací. Pracovníci absolvovali 3 hodinová školení, kde jim bylo názorně ukázáno, jakým způsobem ukládat kabelové vedení do chrániček, jak je připevňovat ke konstrukcím a jak zajišťovat stálý přísun materiálu pro vedoucího práce, který bude osazovat konce kabelů konektory.

Protože však nebyli dělníci dostatečně zkušení v dané činnosti, docházelo k častým prostřihům a tedy i následnému prodražení pracovního procesu.

Pokládka hlavních kabelových tras byla realizována stejnými dělníky s ohledem na dobu ukládky a potřebnou kvalifikovaností. Napojení veškerých kabelů a instalace zařízení však byla realizována osobami znalými dle vyhlášky č. 50/1978 Sb. Tuto činnost zajistili s ohledem na kvalitu firemní zaměstnanci, kteří jsou osobami znalými, a zároveň si tak ověřili možné nahodilé chyby během zapojení. Vzhledem k závažnosti chyb, které mohou vzniknout při napojení kabelových rozvodů a tím vzniklých přechodových jevů a rizika zahoření, byl každý mechanicky zatažený spoj překontrolován.

5.4.8 Napojení do technologických kontejnerů

Ačkoliv splňují konvertory potřebné požadavky na venkovní instalaci, bylo na zvážení projektanta jejich umístění na volné ploše nebo v technologických kontejnerech. Technologickým kontejnerem se rozumí zařízení chránící konvertory elektrické energie. Vzhledem k vysoké mobilitě při přepravě a dlouholeté životnosti byly použity technologické kontejnery firmy Variel upravené pro potřeby FVE. Protože se konvertory při své činnosti nadměrně zahřívají, byl zapotřebí technologické kontejnery patřičně upravit. Z jednoduchého výpočtu o potřebě nasátého vzduchu byly odvozeny velikosti sacích otvorů technologického kontejneru. Vzhledem k nasávanému objemu po celou dobu aktivity konvertoru byly vloženy do sacích otvorů filtry, které měly zabránit vnikání nečistot s velikostí větší než 0,5 mm.

Druhou variantou montáže střídačů je montáž na volné ploše. Tento způsob montáže vyžaduje pro každý střídač odlití betonového základu (střídač váží téměř 300kg) s vyvedenými chráničkami pro montáž jednotlivých kabelových rozvodů. Nakonec bylo rozhodnuto o využití technologického kontejneru, navzdory ceně převyšující dvojnásobek ceny montáže na volné prostranství. Důvodem byla eliminace kontaktu konvertorů s povětrnostními podmínkami a centralizace technologií do ucelených celků. Každý technologický kontejner by měl mít odpovídající počet střídačů a rozvaděč vstupně/výstupního pole. Toto pole je rozhraním mezi kabelovým vedením ze strany fotovoltaických panelů a výstupem k trafostanici. Veškeré instalované prvky jsou ze samozhášivých materiálů, které by měly v případě elektrického zkratu nebo přechodového odporu zabránit dalšímu šíření požáru. Jednou z nejčastějších příčin požáru je totiž chybná elektroinstalace.

Nejdůležitějším prvkem při přeměně energie z fotovoltaických panelů na síťové napětí je konvertor elektrické energie, který zajišťuje veškerou výrobu a regulaci. Při rozhodování, který střídač bude ideální volbou, se projektant rozhodoval na základě základních aspektů určujících kvalitu:

- účinnost konvertoru,
- technologické zpracování,
- záruční podmínky a podpora produktu.

Protože se jedná o rozsáhlý a nákladný projekt, byli vybráni pouze výrobci předních evropských společností Siemens, Fronius a SMA. Ze základních vztahů vyplývá, že ztráty způsobené při přepravě energie kabelovým vedením jsou tím menší, čím vyšší je napětí a čím menší je vzdálenost kabelových tras. Z tohoto důvodu byl vybrán vždy jeden zástupce uvedené společnosti, na kterém bylo provedeno srovnání.

Společnost Siemens zastupuje invertor o možném instalovaném výkonu 0,5 MW a výrobním označením PVS500. Společnost SMA nabízí obdobný produkt s označením Sunny Central 500CP XT s přípojitelným výkonem 0,56 MW. Společnost Fronius ve své produktové řadě nenabízí střídače s větším instalovaným výkonem než 0,04 MW s produktovým označením Fronius IG 500.

Účinnost konvertoru

Každý výrobce uvádí u svého střídače tzv. euro účinnost, která by měla být díky shodným podmínkám při měření relevantním ukazatelem kvality jednotlivých produktů. Společně s údajem účinnost je důležitým ukazatelem i vlastní spotřeba konvertoru během jeho činnosti a v režimu Stand-by. Protože má každý invertor jiný přípojitelný výkon, musí se veškeré hodnoty přepočítávat k instalovanému výkonu/KW.

Tabulka 4: Účinnost a vlastní spotřeba střídačů

Druh střídače	Euro účinnost	Režim Stand-by (power-loss/max. výkon)
SMA	98,40%	0,0179%
Siemens	98,10%	0,0253%
Fronius	93,50%	0,0225%

Zdroj: vlastní zpracování

Podle uvedených hodnot jednotlivých střídačů, zobrazených v Tabulce 4, je bezesporu nejlepší střídač firmy SMA, jelikož jeho účinnost je nejvyšší a vlastní spotřeba v režimu Stand-by nejnižší.

Technologické zpracování

Konvertory výrobce SMA i Siemens mají obdobnou technologii, která má výhodu v použití méně součástek, ale v případě poruchy je její oprava náročnější. V tomto směru je vhodné použít centrální střídač společnosti Fronius. Ve své podstatě se jedná o rozvaděč osazený řídicí jednotkou a sloty s patnácti malými střídači. Protože je na konvertoru přímo závislá výroba, je důležité vybrat ten správný produkt.

Projektant se nakonec rozhodl pro střídač firmy Fronius. Roli nehrála cena, ale možnost oprav a redukce ztrát způsobených případnou poruchou. V případě výpadku jedné části konvertoru Fronius nebude problém vyměnit jeden díl za druhý, protože jednotlivé díly váží okolo 5 kg a konvertor je omezen na výkonu jen zanedbatelně, resp. 1/15 maximálního výkonu. V případě výpadku centrálního střídače SMA nebo Siemens by ale došlo k odstávce čtvrtiny celé výroby, což je z hlediska maximalizace výroby nepřijatelné.

Záruční podmínky a podpora produktu

Každý z výrobců se snaží prodat svůj produkt s možností prodloužené kvality na různá časová období, případně i podporu po celou dobu životnosti výroby, tedy 25 let. Tento typ podpory je však velice nákladný. Podle předpokladu stanoveného projektantem bude méně nákladná případná repase jednotlivých dílů nebo koupě nových konvertorů během životnosti výroby.

5.4.9 Připojení trafostanice

Veškeré technologické kontejnery se sbíhají v trafostanici, která je rozhraním mezi sítí nízkého a vysokého napětí a tedy i pomyslným rozhraním mezi místem výroby a distribuční sítí. Přípojka a samotná trafostanice podléhá vyšším požadavkům na kvalifikaci a vypracovává se na ni samostatný projekt, proto nebude více zmiňována.

5.4.10 Zrušení staveniště a recyklace použitých materiálů

Stavebníkovou prioritou je co nejnižší zatížení životního prostředí, a to nejen během výroby, ale i po ukončení životnosti výroby. V tomto duchu se odráží i použití balících materiálů při dopravě jednotlivých zařízení na stavbu a jejich následné recyklaci. Kovové konstrukce a součásti elektrárny jsou na staveniště dopravovány v lodních kontejnerech bez dalších vedlejších odpadů.

Fotovoltaické panely jsou baleny v kartonových krabicích na euro paletách. Kabeláž se objednává na železných špulcích a technologické kontejnery jsou jako celek dopraveny ve finální podobě bez produkce balících materiálů. Díky tomu vznikají pouze plně recyklovatelné odpady a dále odpad, který je během výstavby označen jako směsný. Tyto odpady jsou průběžně kumulovány v místě staveniště a po ukončení stavebních prací podle zákona odstraněny.

5.4.11 Připojení výroby

Připojení výroby lze chápat jako zahájení činnosti výsledného produktu a zjištění, jaké kvality výroba dosahuje. Veškeré elektrické děje, odehrávající se během výstavby, totiž nemohou být prakticky odzkoušeny. Známkou kvality zpracování je revizní zpráva, která prokáže správnost zapojení a dodržení stanovených norem. Projekt je vypracován nezávislým revizním technikem, který posoudí splnění všech potřebných požadavků a v případě kladného souhlasu obdrží stavebník zprávu o výchozí revizní zkoušce. Díky této zprávě se může zahájit proces podávání žádostí o udělení licencí a připojení k distribuční síti. Tuto činnost zajišťuje pouze vrcholový manažer nebo majitel společnosti, protože neudělení licence by znamenalo zmaření investice.

Hlavním důvodem vyčlenění samostatného pracovníka pro tuto činnost je fakt, že solární technologie je relativně novým druhem obnovitelných zdrojů a dynamicky se měnící legislativa s následnými výklady a prováděcími předpisy zaměstná více než jednoho člověka. Na konci získávání potřebných povolení je udělena licence na výrobu elektrické energie a termín prvního paralelního připojení k distribuční síti.

5.4.12 Zahájení zkušebního provozu

Zahájení zkušebního provozu je pro stavebníka velmi důležitá část. Během prvního spuštění vyčlení stavebník 3 - 4 techniky, kteří budou pracovníkům společnosti ČEZ asistovat, dokud nebude elektrárna spuštěna. V případě, že dojde k jakékoliv poruše, budou technici vybaveni náhradními díly a měřicími přístroji. Pokud se žádná zjevná porucha neprojeví, bude tým techniků po dobu tří měsíců výrobu monitorovat a provádět na ní pravidelnou údržbu, která by mohla odhalit výrobní vady nebo případně neodhalenou vadu způsobenou během výstavby výroby.

5.4.13 Předání díla investorovi

V případě, že výroba prošla zkušebním provozem, sepíše projektový manažer o dané výrobně podrobnou zprávu, kterou předá vedení firmy. Fotovoltaická elektrárna je elektrické zařízení, a proto by mělo podléhat pravidelným kontrolám a údržbám. Stavebník tak může předat veškerou dokumentaci a dílo investorovi. Součástí tohoto procesu je i nabídka možnosti servisu FVE. Důvodem jsou nemalé škody způsobené poruchou na konvertorech nebo jinou poruchou ohrožující výrobu elektřiny.

5.5 Nástroje a techniky použité při plánování kvality

Náklady a přínosy

Jak bude později uvedeno, využití totální stanice přináší přibližně poloviční úsporu času za cenu nemalé vstupní investice. Tyto procesy jsou k vidění během celé výstavby a je vždy na zvážení míra přínosu vzhledem ke snížení nákladů nebo úspoře času během výstavby.

Typickým příkladem mechanizace a zkvalitnění pracovního procesu je příprava nosných konstrukcí. Aby bylo možné konstrukci osadit panelem, je zapotřebí do každé latě zavléci 5 šroubů. V celkovém měřítku je zapotřebí ručně zavléci přes 25 tisíc šroubů. Protože během přepravy latí v kontejnerech a během výrobního procesu dochází k různým drobným deformacím na hranách, je zavlečení matice ztíženo nebo zcela znemožněno. Z tohoto důvodu je každá lat' na koncích preventivně frézována pro snadnější zavlečení šroubu.

Nemalé úspory lze najít například ve správném rozmístění kabelových žlabů, proto jsou tyto žlaby používány až po dosažení souběhu alespoň šesti kabelů. Do tohoto počtu jsou kabely připevňovány ke konstrukcím pomocí stahovacích pásek.

Výrobu a prodej elektrické energie můžeme předvídat pomocí různých modelů a můžeme tak stanovit přibližnou návratnost investice za předpokladu použití různých druhů technologií. Protože se jedná o maximalizaci zisku při minimálních nákladech na údržbu a inovaci jednotlivých komponent během životnosti výroby, je nutné hledat kompromisy mezi kvalitou a cenou každé instalované položky. Pouze kvalitní, cenově příznivý a rentabilní produkt má možnost konkurovat v dynamicky se rozvíjejícím prostředí. Pro investora je důležitý finanční plán, pomocí kterého stanoví jednotlivé cíle v každé etapě výstavby a také poskytne finanční prostředky stavebníkovi.

Náklady jakosti

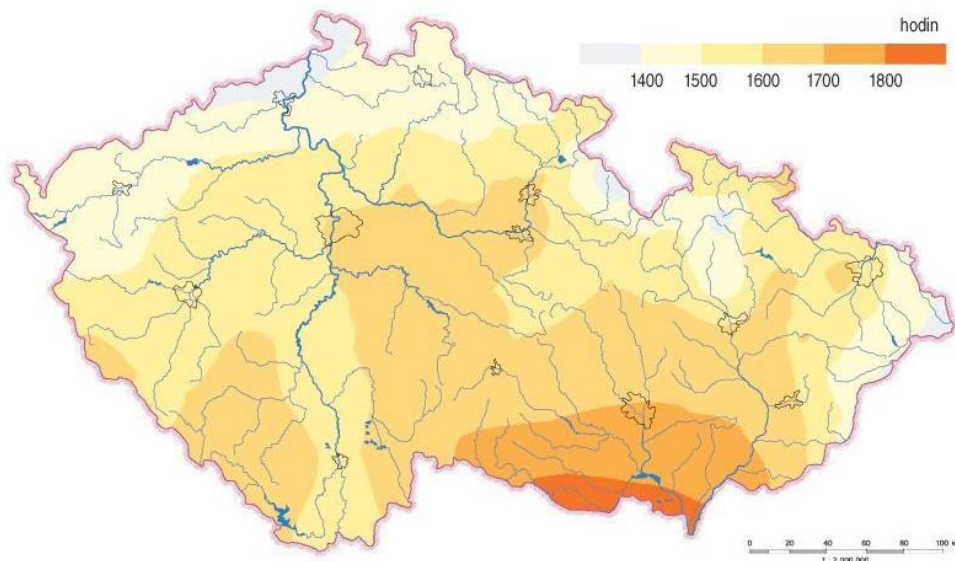
Při výstavbě se počítá s tím, že se pravděpodobně projeví některé skryté vady. Před objednáním se proto vždy stanoví potřebný počet rezervního materiálu. U plotových sloupků a zemních šroubů je spočtena pravděpodobnost 0,5 % defektu při montáži. Konstrukce jsou svařovány a testovány rentgenem, proto je pravděpodobnost defektu velice malá.

Shodná kvalita zpracování vychází i pro fotovoltaické panely a pravděpodobnost defektu je 0,1 %. K poruše panelu může dojít především během nešetrné manipulace při montáži, např. pádem nástroje na skleněnou plochu panelu. Technologické kontejnery nemohou vady vykazovat během instalace, nýbrž až po její spuštění. Proto je součástí výstavby i zkušební provoz výroby.

Měřítko kvality

Předním ukazatelem kvality je dodržení výrobních plánů. Tyto podklady jsou též nedílnou součástí žádostí o úvěr a také slouží jako rozhodčí dokument pro risk manažery, kteří zhodnotí výhodnost celého projektu. Do výpočtu je zahrnuta lokalita, ve které se daná elektrárna nachází. Mapa osvitů určuje výhodnost umístění výroby. Na Obrázku 8 je vidět mapa zobrazující dobu trvání slunečního svitu za rok.

PRŮMĚRNÝ ROČNÍ ÚHRN DOBY TRVÁNÍ SLUNEČNÍHO SVITU



Obrázek 8: Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu

Zdroj: [21]

Protože se v ročních cyklech odklon Slunce od zemského povrchu neustále mění, musí být k tomuto aspektu také přihlédnuto. V zimních měsících se sklání Slunce nad horizontem přibližně v úhlu 17 stupňů. Díky tomuto často opomíjenému faktu jsou rozestupy výroben nedostatečné a jejich zastínění způsobuje velké ztráty ve výrobě. Většina stavebníků se brání nedostatkem slunečných dní během listopadu až března, ale tato skutečnost je zavádějící a výsledný výkon může být snížen až o 50 % podle skutečných rozestupů. Dalšími důležitými parametry jsou ztráty kabelových tras, invertorů a trafostanice. Kumulace výsledných ztrát určí, jaká by měla být přibližná produkce.

5.6 Zhodnocení projektu

Ačkoliv byl projekt nakonec úspěšně realizován, výstavba se neobešla bez několika komplikací. Každý projekt tohoto typu je jedinečný, a proto se často stalo, že odhady byly nesprávné a mohly ohrozit realizaci. Problémy, které ovlivnily kvalitu projektu a které bylo nutno okamžitě řešit, jsou uvedeny v této kapitole.

Uložení kabelů

Naplánování termínu výstavby bylo vcelku přesné, protože mrazy ustaly až během příprav pozemku k zaměření. Jisté rezervy v urovnání povrchu se projeví až s odstupem času. Ačkoliv byly kabely uloženy podle norem, došlo vzhledem k četnosti jílu, kterými byly zasypány, ke vzduchovým kapsám. Díky tomu se kvalita uložení kabelů zhoršila. Protože kapsy sesedly až po několika měsících, bylo potřeba s ohledem na běžnou údržbu tyto propadliny zasypat.

Oplocení

Opravy spojené s výstavbou oplocení se nevyhnuly ani rohovým sloupkům, které musely být přebetonovány, navzdory původně plánovanému zajištění dvěma vzpěrami. Tuto skutečnost způsobily velké mrazy spojené s příliš velkým namáháním plotů a vytrháváním rohových sloupků. Aby byla zajištěna původní kvalita, musely být rohové sloupky usazeny níže, než bylo původně plánováno. Důvodem deformace sloupků bylo paradoxně použití svařovaného pletiva. Toto pletivo je sice opatřeno vlnkami, které mají zajistit dilataci během zimních období, ale protože k natažení a vypnutí plotu došlo během jarních a letních měsíců, měl plot tendenci se pouze smršťovat.

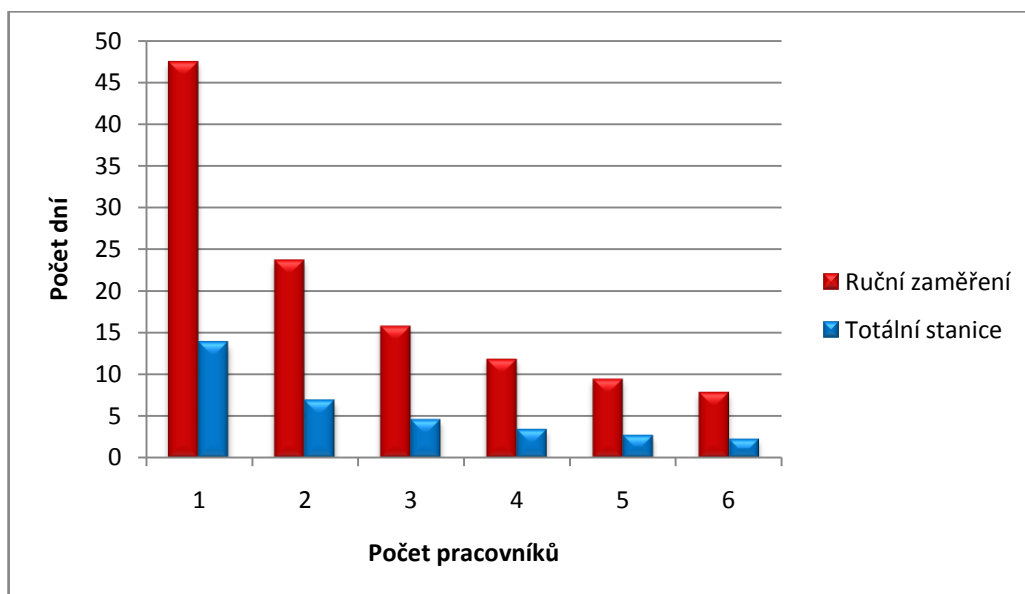
Pořízení totální stanice

Během realizace bylo zřejmé, že doba, kterou je nutné strávit zaměřením, je příliš dlouhá. Také chyby způsobené odchylkou a tím i špatným zaměřením bylo nutno redukovat na minimum, jelikož kvalitní zaměření bez větších odchylek je základem pro úspěšnou realizaci projektu. Pro tyto účely bylo rozhodnuto, že bude zakoupena totální stanice.

Jedná se o přístroj, který se používá při měření a registraci naměřených hodnot výškových úhlů, vodorovných úhlů nebo vzdáleností. Tyto hodnoty se dále převádějí na pravoúhlé souřadnice. Pomocí totální stanice a pravoúhlých souřadnic se poté vytyčí body v terénu.

Náklady na pořízení totální stanice sice velmi převyšovaly náklady na mzdu pracovníků při ručním vytyčení, ale vzhledem k možnosti dalšího využití byla částka nakonec akceptována. S tímto krokem byl také vyškolen zaměstnanec společnosti, aby se zároveň snížily náklady na zaměření pozemků a ostatní geodetické práce. Pořizovací cena totální stanice značky TOPCON ES-102 BG byla 186 500 Kč. Při využití totální stanice je prostor zaměřen za celkem 110 hodin. Při hodinové mzdě pracovníka 250 Kč jsou náklady na zaměření 27 500 Kč. Při ručním zaměření trvá vytyčení 380 hodin, což je více jak trojnásobně delší doba než při použití totální stanice. Při stejné hodinové mzdě náklady vzrostou na 95 000 Kč. Z toho vyplývá, že již po třech měřeních se investice do totální stanice vrátí a ušetří tím i mnoho času.

Na Obrázku 9 je znázorněno využití lidských zdrojů při ručním zaměření a při použití totální stanice. Jak je z obrázku patrné, je zde velký rozdíl mezi oběma metodami. Při standardní 8 hodinové směně by práce dvou dělníků při ručním zaměřování trvala skoro 25 dní. Při použití totální stanice by se tato doba zkrátila na 7 dní.



Obrázek 9: Poměr využití lidských zdrojů a použití totální stanice

Zdroj: vlastní zpracování

Výstavba konstrukcí

Při realizaci bylo zjištěno, že doba, která je potřebná k upevnění zemních vrutů, je příliš dlouhá. Důvodem byl špatný odhad času při plánování. To mohlo zásadně ovlivnit kvalitu projektu, neboť by se posunul termín dokončení a projekt by nemusel být převzat. Naštěstí se podařilo zajistit další vrtnou soupravu, která snížila dobu potřebnou k upevnění vrutů a následné osazení konstrukcí, takže byl nakonec skluz vyrovnán.

Expedovaný materiál byl po staveništi rozvážen nejprve bezproblémově, ale se zvyšujícím se zatížením podloží trasy a objemu dopravovaného materiálu se muselo přistoupit k opětovnému zpevnění. Navezení kameniva se muselo opakovat během výstavby ještě jednou. Důvodem byly prodlevy během výstavby, které mohly být vyřešeny již během zahájení stavebních prací.

Nejprve byly snahy o použití pozinkovaných šroubů i matic, ale tato kombinace se neosvědčila z důvodu špatné kvality vytvořeného spoje. Matice se buď nedotáhla zcela, nebo naopak docházelo k ukroucení hlavy šroubu. Zavrhnuta byla i varianta s použitím nerezových matic a vějířových nebo pérových podložek, jelikož bez použití pojistné matice může mít šroub tendenci se povolovat. S odstupem času se naopak ukázala jako vhodná volba pozinkovaná podložka. Kromě výskytu několika kusů, které byly pokryty rží, byly v převážné většině spoje pevné a panely neměly možnost se jakkoliv pohybovat.

Zajištění elektroinstalace

Jak již bylo uvedeno výše, velikým problémem se ukázalo zajištění kabelů proti mechanickému poškození. Protože by prorůstající tráva pod panely mohla přímo ovlivnit kvalitu výroby, je nutné pravidelné sečení ve 2 - 3 fázích. Sečení prostoru mezi panely se ukázalo jako bezproblémové po zarovnání sedlin, ale prostor pod panely se musel posekat ručně. Protože byly kabely chráněny chráničkami značky Kopoflex, byly sice vizuálně rozeznatelné od kovových konstrukcí, nicméně ani to nezabránilo v různých případech k jejich poškození a zároveň poškození kabelů.

Protože je příliš finančně náročné veškeré kabely nejdříve odpojit, převléci kovovými chráničkami, zakonektorovat a opět připojit, bylo na stavebníkovi najít stejně účinnou, ale levnější alternativu. Nakonec došlo k rozhodnutí v rámci uspokojení kvality a ceny použitím

trubek, které budou podélně rozříznuty a tak budou schopné obalit vnější plášť chráničky. Celý tento skelet je stažen ocelovými páskami, aby nebylo možné jeho samovolné rozevření.

Technologické kontejnery

Technologické kontejnery se ukázaly jako účinné proti povětrnostním podmínkám i případným bouřkám. Protože však kontejnery nebyly určeny primárně pro tyto účely a byly pouze upraveny, rozhodlo se o napojení kabelového vedení uvnitř kontejneru. To mělo za následek vznik určitých průduchů mezi kabelovým vedením. Těchto mezer využili hlodavci, kteří se v zimním období v technologickém kontejneru zahníždili. Jisté riziko hlodavců se předpokládalo, ale vzhledem k nákladům na jejich odstranění byly nakonec kontejnery zapěněny. I nadále je nutné sledovat aktivita myši a potkanů v období zimních měsíců.

Při chodu elektrárny se také ukázaly jako nedostačující filtry, jelikož docházelo k pronikání pylu a usazování na vnitřních částech kontejneru. Tato skutečnost má za následek zvýšení počtu úklidových prací. Bohužel však není možné použít filtry s větší hustotou, protože větší hustota by snížila objem nasávaného vzduchu a naproti tomu zvýšila znečišťování filtrů. To by vedlo ke snížení produkce vyráběné energie a tím i zhoršení kvality během výrobního procesu.

Znečištění panelů

Ačkoliv se během životnosti výroby nepředpokládalo příliš velké znečištění panelů, nakonec se to ukázalo jako problém. Největším nepřítelem panelů se stalo znečištění ptactvem. Ptačí trus má totiž za následek snížení výkonu solárního panelu a především jeho přehřívání v místě dopadu. Pokud je ptactva v oblasti malý výskyt, exkrementy zachycené na panelech jsou omývány přirozeně (deštěm nebo bouřkou). V dané lokalitě je ale hojná četnost potavy a tudíž i poštolek, sov a dalšího ptactva.

5.7 Doporučení pro praxi

Vzhledem k tomu, že projekt byl realizován a došlo k jeho předání, hodnotím ho jako úspěšný. Vyskytlo se samozřejmě i několik komplikací, které ovlivnily kvalitu projektu, ale v zásadě se nakonec vše vyřešilo a termín předání nebyl ohrožen. Přesto se zde najde několik doporučení, která by mohla podniku v budoucnosti pomoci.

První doporučení se týká plánování kvality. Jelikož je výstavba fotovoltaické elektrárny velice náročná záležitost, je nutné vše dobře naplánovat. K tomu slouží hlavně plán řízení kvality, který ovšem společnost nemá. Řídí se převážně zkušenostmi z jiných projektů a z projektové dokumentace. Pokud by si již na začátku projektanti vytvořili komplexní plán řízení kvality, mohli by si tím velmi usnadnit práci a nemuseli by veškeré podklady složitě dohledávat.

Druhé doporučení se týká oblasti kontroly kvality. Společnost sice má potřebné údaje k vyhodnocování kvality projektu, ale tyto údaje porovnává jen na základě svých minulých zkušeností. Podnik by měl vytvářet více grafů a diagramů na začátku projektu a tím by získal lepší odhad, jak bude výstavba probíhat. Při kontrole kvality by měla společnost sestavit znovu obdobné grafy a diagramy, ale až po ukončení výstavby. Poté by porovнала odchylky, které se vyskytly mezi odhadovanými a skutečnými údaji.

Některá řešení a rozhodnutí je naopak dobré vyzvednout. Společnost například ušetřila nemalé náklady a zároveň zvýšila kvalitu projektu zakoupením totální stanice. Jednalo se o důležité rozhodnutí, neboť nesprávný odhad by měl za následek další zvýšení nákladů bez jakéhokoliv kvalitativního přínosu.

Jelikož si firma vybírá své pracovníky pečlivě, dochází k selhání lidského faktoru pouze výjimečně. Každý v podniku ví, co je jeho úkolem a jak své povinnosti co nejlépe plnit a tím zajistit kvalitu vykonávané činnosti.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo seznámení se základními pojmy z oblasti řízení kvality projektu, porozumění různým přístupům řízení a fázím řízení kvality. Druhým cílem byla aplikace teoretických poznatků na konkrétním podniku (EnServis, s.r.o.). Cíle práce byly splněny zpracováním jednotlivých kapitol uvedených na začátku práce.

V teoretické části byly uvedeny postupy, jak by se měla kvalita v projektu správně řídit. V každém podniku je však na kvalitu nahlíženo jinak, a proto se můžeme setkat s odlišnými přístupy. Praktická část se zabývala řízením kvality při výstavbě fotovoltaické elektrárny. Ty jsou v dnešní době velice diskutovaným tématem. V letech 2010 a 2011 došlo k rozmachu ve výstavbě těchto elektráren. Tato skutečnost však vedla hned k několika opatřením státu zabraňujícím rychlému navrácení investice. Jedním z takovýchto kroků bylo zavedení solární daně, která byla zavedena na prozatímní dobu 3 let a stanovena na necelou jednu třetinu vyrobené energie. Tímto krokem se návratnost prodloužila z často uváděných 8 - 9 let na 12 - 13 let. Tyto údaje jsou však pouze teoretické a určují pouze návratnost vložené investice.

Prozatím zůstává nevyřešenou otázkou, co se stane s výrobou po ukončení licencované výroby. Veškeré venkovní materiály jsou plně recyklovatelné a při trendu trvale rostoucích cen hliníku a mědi bude cena výroby v následujících letech získávat na hodnotě. Problematická bude recyklace panelů. Touto otázkou se již dnes zabývá stát, se snahou zřídit program, který bude dohlížet na přispívání výrobců fotovoltaických elektráren a z něhož bude po ukončení výroby hrazen poplatek za recyklaci panelů. Technologické kontejnery jsou kromě minerální plsti též recyklovatelné. Z tohoto předpokladu lze předpovídat možnou bezztrátovost výrobce při likvidaci výroby.

Jelikož je životnost elektrárny 25 let, nikdo nemůže přesně říci, co se za tuto dobu stane. Díky kvalitně odvedené práci na projektu se pravděpodobně sníží riziko poruch, ale je otázkou, zda stále se měnící legislativní podmínky vytvořené státem nepovedou k předčasnému ukončení provozu fotovoltaických elektráren.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] A guide to the project management body of knowledge: (PMBOK guide). 4th ed. Newton Square: Project Management Institute, c2008, xxvi, 467 s. ISBN 978-1-933890-51-7.
- [2] BLECHARZ, Pavel. *Základy moderního řízení kvality*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2011, 122 s. ISBN 978-80-86929-75-0.
- [3] ČSN EN ISO 9000. Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník. Praha: Český normalizační institut, 2006. 64s. Třídící znak 01 0300.
- [4] ČSN EN ISO 9001 ed. 2. Systémy managementu kvality – Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 56s. Třídící znak 010321.
- [5] ČSN EN ISO 9004. Řízení udržitelného úspěchu organizace – Přístup managementu kvality. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 72s. Třídící znak 01 0324.
- [6] ČSN ISO 10006 ed. 2. Systémy managementu jakosti - Směrnice pro management jakosti projektů. Praha: Český normalizační institut, 2004. 48s. Třídící znak 01 0333.
- [7] DOLANSKÝ, Václav. *Projektový management*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 1996, 372 s. ISBN 80-716-9287-5.
- [8] DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO. *Projektový management podle IPMA*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012, 526 s. ISBN 978-80-247-4275-5.
- [9] Elektro: *odborný časopis pro elektrotechniku* [online]. 2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=37205
- [10] EnServis.cz [online]. 2011 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <http://www.enservis.cz/>

- [11] KERZNER, Harold. *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. 9th ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley&Sons, 2006. 1014 s. ISBN 13 978-0-471-74187-9.
- [12] *Management projektů spojených s výstavbou*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2001, 212 s. ISBN 80-863-6456-9.
- [13] *Management Technology Policy: Quality Function Deployment* [online]. 2013 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www2.ifm.eng.cam.ac.uk/dstools/control/qfd.html>
- [14] MAYLOR, Harvey. *Project management*. 3rd ed. New York: Financial Times/PrenticeHall, 2003, xv, 411 p. ISBN 02-736-5541-8.
- [15] *Metody a nástroje zlepšování procesů* [online]. 2011 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://katedry.fimmi.vsb.cz/639/qmag/mj38-cz.htm>
- [16] NĚMEC, Vladimír. *Projektový management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 182 s. ISBN 80-247-0392-0.
- [17] NEWTON, Richard. *Úspěšný projektový manažer*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 255 s. ISBN 978-80-247-2544-4.
- [18] PANDE, Peter S. *Zavádíme metodu SixSigma*. 1. vyd. Brno: Twins Com, 2002, 416 s. ISBN 80-238-9289-4.
- [19] STANĚK, Jiří. *Management realizace projektů spojených s výstavbou: prostředky a nástroje řízení*. 2. přeprac. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2001, 171 s. ISBN 80-863-6455-0.
- [20] Suntech: *STP240S - 20/Wdb* [online]. 2012 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://directwholesalesolar.com/wp-content/uploads/2012/10/STP240-Wdb.pdf>

- [21] SunWave: *Proč fotovoltaika* [online]. 2012 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://www.sunwave.cz/proc-fotovoltaika>
- [22] SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management. 2.*, aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011, 380 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3611-2.
- [23] ŠTEFÁNEK, Radoslav. *Projektové řízení pro začátečníky*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2011, 304 s. ISBN 978-80-251-2835-0.
- [24] VEBER, Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele. 2.*, aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2007, 201 s. ISBN 978-80-247-1782-1.