

## Funkční návrh budovy

Funkčním návrhem budovy rozumíme základní prostorový koncept budovy, který respektuje zadanou funkci objektu a který tvoří: a) návrh půdorysu budovy, b) počet pater, c) vnější obrysy určující objem budovy a d) funkční vymezení všech vnitřních prostor. Projektová dokumentace, která obsahuje všechny čtyři výše uvedené body, se nazývá objemová studie nebo koncepční studie. V zahraničí se používá pojem *Schematic Design* nebo *Conceptual Design*.

Budovy mají několik základních charakteristik. **Zastavěná plocha** je plocha půdorysného řezu vedeného v rovině upraveného terénu a je vymezená vnějším obvodem svislých stěn. **Hrubá podlažní plocha** je plocha ve všech nadzemních podlažích vypočtených z vnějších obrysů budovy v každém jednotlivém podlaží. Podzemní podlaží se započítávají pouze tehdy, mají-li stejnou hlavní funkci jako nadzemní podlaží. **Podlaží** budovy se počítají od roviny okolního terénu. Přízemí je první nadzemní podlaží označované 1. NP. První patro je druhé nadzemní podlaží - 2. NP.

### Omezení základních parametrů budovy územním plánem

Základní parametry, jako jsou metry čtvereční zastavěné plochy, metry čtvereční podlažní plochy a počet podlaží, nelze volit libovolně. V územním plánu stanovuje obec pro každé území regulativy využití, které musí stavby splňovat a které omezují umístění stavby a limitují maximální rozměry stavby. Změna těchto regulativů znamená změnu územního plánu, což trvá několik měsíců až roků. Nejsou-li pro dané místo regulativy stanoveny, pak maximální rozměry budovy budou závazně stanoveny v procesu územního řízení.

Každá obec používá jiný systém. Nejpropracovanější mají velká města. Praha rozděluje plochy podle funkce, a pro některé typy ploch navíc stanovuje koeficienty maximálního využití a minimální podíl bydlení. Označení vybraných typů ploch na katastrální mapě Prahy ukazuje tab. 1.

Tab. 1 Vybrané funkční typy ploch pro Prahu

Kód	Funkční typ plochy	
	Název	Využití území
OC	čistě obytné	pro bydlení
OV	všeobecně obytné	pro bydlení s možností umístění funkcí pro obsluhu obyvatel nad rámec území vymezeného danou funkcí
OMS	obytné malých sídel	pro bydlení venkovského typu s užitkovými zahradami a možností chovu drobných hospodářských zvířat
SVM	smíšené městského typu	převážně pro umístění polyfunkčních staveb se stanoveným minimálním podílem bydlení a s využitím parteru pro obchod a služby
SVO	smíšené obchodu a služeb	převážně pro umístění polyfunkčních staveb s převažujícím využitím pro obchod a služby
SMJ	smíšené městského jádra	pro funkce soustředěné do centrálních částí města a městských čtvrtí se stanoveným minimálním podílem bydlení
SMS	smíšené malých sídel	pro bydlení venkovského typu, obchod, veřejné vybavení, nerušící výrobu, nerušící služby a drobnou zemědělskou výrobu
VN	služeb a nerušící výroby	pro umístění zařízení služeb a nerušící výroby všeho druhu, včetně skladů a skladovacích ploch, která nesmí svými negativními účinky a vlivy na životní prostředí narušovat provoz a užívání staveb a zařízení ve svém okolí a zhoršovat životní prostředí ve stavbách a v okolí jejich dosahu nad přípustnou míru
VP	průmyslové výroby	pro umístění výroby a služeb všeho druhu
SK	skladování a distribuce	pro umístění specializovaných zařízení pro skladování, velkoobchodní prodej a distribuci
ZOB	velké obchodní komplexy	pro samostatně vymežitelná maloobchodní a velkoobchodní zařízení nadmístního významu
ZAD	administrativní zařízení	velké administrativní budovy a komplexy

Průmyslové stavby mohou být v Praze umístěny v území s kódem „VN - služby a nerušící výroba“ nebo „VP - průmyslové výroby“. Pro rozvojová území obytná, smíšená, zvláštní a služeb s nerušící výrobou jsou v Praze navíc stanoveny i míry využití území a minimální podíl bydlení. Míra využití území roste od kódu A pro rodinné domky až po kód K pro výškové budovy, jak ukazuje následující tab. 2.

Chceme-li stanovit hrubou podlažní plochu, kterou na daném území můžeme postavit, vynásobíme plochu území koeficientem KPP (koeficient podlažní plochy). Obdobně postupujeme u plochy zeleně a u zastavěné plochy. Posledním kódem, který je u některých ploch uveden, je minimální míra bydlení, která se vyjadřuje číslicí 0-9. Číslo vyjadřuje desítky procent. Např. 7 znamená minimální míru bydlení 70 %.

V územním plánu města Prahy je každá plocha označena kódem v podobě:

**OC-A9**

- minimální míra bydlení, zde 90 %
- kód míry využití území (A = rodinné domky), tab. 2
- kód funkčního využití území (OC = čistě obytné), tab. 1

Tab. 2 Výběr z tabulky koeficientů míry využití území pro Prahu

Směrná část	KPP		Informativní část			
	Kód míry využití území	KPP	KZ	Podlažnost	KZP	Poznámka
A		0,2	0,65	1	0,2	rodinné domy
			0,80	2+	0,1	rodinné domy s nadstandardními parcelami
B		0,3	0,50	1	0,3	přízemní stavby pro bydlení a podnikání
			0,65	2	0,15	rozvolněné rodinné domy, stavby pro podnikání
			0,75	3+	0,10	rodinné a obytné domy
C	...	...	...	...	...	
D		0,8	0,35	≤2	0,4	kobercové RD, stavby pro podnikání
			0,5	3	0,27	viladomy, stavby pro podnikání
			0,55	4	0,2	činžovní vily, rozvolněná zástavba městského typu
			0,55	5+	0,16	činžovní vily, rozvolněná zástavba městského typu
E–J	...	...	...	...	...	
K		3,2	0,1	≤5	0,64	velmi kompaktní zástavba městského typu
			0,2	6	0,53	kompaktní zástavba městského typu
			0,25	7	0,46	kompaktní zástavba městského typu
			0,25	8	0,4	kompaktní zástavba městského typu
			0,35	9	0,36	zástavba městského typu, výškové domy
			0,35	10+	0,32	zástavba městského typu, výškové domy

Pozn.: KPP - koeficient podlažní plochy = hrubá podlažní plocha / plocha území

KZ - koeficient zeleně = plocha zeleně / plocha území

KZP - koeficient zastavěné plochy = zastavěná plocha / plocha území

### Stanovení hlavních parametrů budovy na základě funkce

Velikost budovy je primárně dána její funkcí. Výsledné maximální parametry budovy musíme porovnat s omezeními danými územním plánem, která byla popsána výše. Zabývat se budeme pouze budovami v průmyslových areálech sloužících jako administrativní nebo výrobní prostory. Velikost a vnitřní uspořádání budovy jsou určeny dvěma základními faktory: a) počty pracovníků v budově a b) činnostmi, které budou vykonávat. U většiny činností závisí velikost prostoru na počtu pracovníků, protože hygienické předpisy určují např. metry čtvereční na administrativního pracovníka nebo počty pracovníků na jednu toaletu. Velikost prostor spojených s výrobními činnostmi ovlivňují prostorové nároky výrobních linek a u skladů množství skladovaného materiálu.

### Lokalizace prvků stavby

Funkční návrh poskytne základní informace o jednotlivých prvcích stavby. Druhým krokem je jejich lokalizace v prostoru. Principy umístění v prostoru se liší podle toho, do jaké úrovně daný prvek patří, zda se jedná o: a) stavbu, b) budovu a venkovní technologii a nebo c) jednotlivé místnosti, stroje a zařízení.

Tab.3 Tři hlavní úrovně prvků stavby z hlediska lokalizace

Úroveň I	stavba	kde bude stavba umístěna, v které zemi, městě, na jakém pozemku
Úroveň II	budovy (SO)	kde bude umístěna budova, v které části stavby, u jaké komunikace
	technologická zařízení (PS)	kde bude umístěna technologie, v jaké budově nebo v jakém venkovním prostoru
Úroveň III	místnost	kde v budově bude místnost dané funkce, na kterém podlaží
	zařízení	kde bude dané zařízení v prostoru vymezeném pro technologii

### Umístění stavby - úroveň I

Problém, kam umístit danou stavbu, řeší v nejobecnějším smyslu zahraniční investoři, kteří si mohou vybírat mezi různými zeměmi. Naproti tomu při rozšiřování stávajícího závodu jsou rozhodovací možnosti velmi omezené. Investor se může rozhodnout maximálně, kterým směrem rozšíří stávající pozemek nebo kam ve stávajícím závodě umístí novou výrobní jednotku.

Při geografické lokalizaci průmyslové stavby se zahraniční investoři rozhodují podle kritérií, která se mění v čase. Jejich vývoj souvisí s nasazením nových technologií v dopravě a komunikacích nebo se změnou společenských priorit, jako je tlak na zlepšení životního prostředí. Manažeři v USA, kteří se zabývali umístováním nových projektů v roce 1993, seřadili kritéria pro geografické umístění stavby podle priority následovně:

1. blízkost zákazníka/klienta
2. přístup k dálnici
3. rozumné náklady na nemovitosti
4. dostupnost kvalifikované pracovní síly
5. státní úředníci podporující podnikání
6. rozumné náklady na pracovní sílu
7. rozumné / stabilní ceny energií a médií
8. rozumné životní náklady
9. rozumné daně pro podnikání
10. kulturní / sportovní a rekreační zařízení

Vliv stavby na životní prostředí patří také mezi důležité faktory, které se musí zohlednit. Nová česká legislativa stanovuje emisní stropy, které významně limitují umístění nových průmyslových staveb generujících emise. Kromě legislativních omezení hraje významnou roli postoj občanů k projektu.

Vlastní umístění stavby v dané lokalitě (zemi/městě) je ovlivněn následujícími kritérii:

- soulad využití pozemku s územním plánem
- cena pozemku
- vyřešené vlastnické vztahy k pozemku a věcná břemena
- ekologické zátěže
- vliv stavby na životní prostředí v okolí
- napojení pozemku na komunikace
- způsob dopravy zaměstnanců
- napojení pozemku na inženýrské sítě (voda, plyn, elektrické rozvody, kanalizace)
- hydro-geologický průzkum
- ochranná pásma

Z hlediska projektování stavby je důležité napojení na komunikace a inženýrské sítě, hydro-geologický průzkum, který určí hladinu podzemní vody a únosnost podloží pro základy staveb.

Využití pozemku může být omezeno, jestliže do něj zasahují **ochranná pásma**. Každé ochranné pásmo má svého správce, který stavební zásah v tomto pásmu povoluje. Ochranných pásem je mnoho různých druhů a jsou vymezeny v zákonech a vyhláškách, které definují, co je a není možné v ochranném pásmu postavit.

### Umístění stavebních objektů - úroveň II

Poloha stavby byla určena podle kritérií předchozí kapitoly. Nyní stojíme před problémem, jak na zvoleném pozemku rozmístit jednotlivé budovy a prostory pro venkovní technologie. Musíme vytvořit tzv. **generel** nebo **situaci** závodu. Budovy a venkovní technologie musí být napojeny na komunikace a inženýrské sítě, které umožní dopravu osob, materiálů, energií, surovin a informací do daného objektu. Obecně musí generel určit polohu budov, venkovních technologií a sítí i napojení budov a venkovních technologií na tyto sítě, viz tab. 4.

Tab. 4 Typy komunikačních sítí

Komunikační síť	Typ	Co je přepravováno
komunikace	chodníky	osoby
	silnice	suroviny, produkty, osoby
	železniční vlečka	suroviny, produkty, osoby
inženýrské sítě	plynové rozvody	plyn
	elektrické rozvody	elektrická energie
	vodovody	pitná a užitková voda
	kanalizace	splašková a dešťová voda odpadní voda
	datové sítě	informace
produktovody	dopravníky	kusový a sypký materiál
	potrubí, kanály	plyny a kapaliny

Pravá část tab. 4 ukazuje, co všechno může do každého objektu vstupovat a vystupovat. Při rozmístování budov a venkovních technologií se snažíme minimalizovat dopravní náklady. Suroviny, meziproducty a produkty jsou skupinou, která má největší hmotnostní toky [kg/h], a proto základní prvky generelu rozmístujeme s ohledem na tyto toky.

### Umístění zařízení - úroveň III

U linek na kusovou výrobu je hlavním hlediskem dispozice strojů minimalizace dopravních nákladů. U procesních technologií není minimalizace dopravních vzdáleností hlavním kritériem, protože doprava v potrubí je relativně levná.

Jsou zde důležitá jiná hlediska, např. výškové uspořádání aparátů kvůli gravitačnímu toku a odstupové vzdálenosti od zařízení pracujících s nebezpečnými látkami. Návrh dispozice procesních linek zohledňuje i výškovou polohu zařízení. Při návrhu dispozice procesních technologií je důležité respektovat zásady a závazné požadavky platných norem. Zásady pro dispozici procesních zařízení jsou:

1. Bezpečné odstupové vzdálenosti.
2. Přístup pro obsluhu.
3. Přístup pro údržbu.
4. Sekvence zařízení musí minimalizovat délky potrubí.
5. Přístupové cesty ke skupinám zařízení pro údržbu nebo požární zásah.
6. Umístění zařízení musí umožňovat údržbu mobilními prostředky.
7. Zařízení by měla být umístována pod přístřešky jen při nepříznivých klimatických podmínkách nebo na přání zákazníka.
8. Potrubí a rozvody elektro a měření a regulace (MaR) na nadzemních lávkách na jednotce a mimo jednotku pod zemí.
9. Zařízení by mělo být v minimální výšce pro snadnou obsluhu a údržbu.
10. Plošiny by měly být u všech zařízení, které neumožňují obsluhu a údržbu ze země.
11. Okolo každého zařízení musí být prostor pro údržbu a u zařízení pod přístřeškem musí být možnost použít lokální zvedací zařízení a musí zde být volný prostor pro spuštění zařízení.

Výsledkem je **dispozice technologie** ve 2D nebo 3D

## LEGISLATIVNÍ PŘÍPRAVA A UKONČENÍ STAVBY

Pojmem legislativa stavby označujeme činnosti spojené se získáním oprávnění zahájit stavbu a po jejím dokončení ji uvést do provozu (užívat). K zahájení stavby je nutné její ohlášení nebo získání stavebního povolení, k jejímu užívání pak oznámení o zahájení užívání nebo vydání kolaudačního souhlasu. Každé povolovací řízení se provádí na základě příslušného zákona.

**Legislativní příprava stavby.** Cílem legislativní přípravy stavby je získat oprávnění začít stavět. Proces legislativní přípravy stavby končí zpravidla vydáním „Stavebního povolení“.

Dále viz přednáška EGP

### Legislativní ukončení stavby

#### *Uvedení stavby do provozu*

Stavbu, která vyžadovala stavební povolení nebo ohlášení, je podle stavebního zákona možné užívat až po oznámení stavebnímu úřadu nebo vydání kolaudačního souhlasu na základě žádosti stavebníka. U obytných domů nebo u jednoduchých administrativních budov je to jednorázový akt, kde v podstatě není-li užívání stavby v 30denní lhůtě od podání oznámení stavebním úřadem zakázáno, anebo je-li vydán kolaudační souhlas, lze stavbu bez jakýchkoli dalších úředních aktů trvale užívat.

U technologických staveb je to složitější. Technologie mají vliv na pracovní prostředí a generují odpady. Vždy nějaký čas trvá, než výroba dosáhne plné kapacity a zátěž pro pracovní a okolní prostředí je maximální. Tyto zátěže se musí změřit, aby se mohlo prokázat, že nejsou překračovány hygienické limity pracovního prostředí a jsou splněny limity vlivu na životní prostředí. Stavební zákon má pro tuto situaci institut **zkušebního provozu**, který je popsán v § 124. Zkušební provoz se zpravidla stanoví na dobu 6-12 měsíců. V tomto období může vlastník stavbu plně užívat. Může vyrábět a prodávat produkty a může stavbu a její součásti zařadit do majetku a uplatnit odpisy. Nemůže však požádat o vklad do katastru nemovitostí, neboť právně je stavba vedena jako nedokončená a v katastru nemovitostí lze provést pouze zakres rozestavěné stavby na základě příslušného geodetického podkladu. Z pohledu výroby je zkušební provoz ekvivalentní trvalému užívání po kolaudaci. V průběhu zkušebního provozu vlastník provede všechna měření uvedená v rozhodnutí o zkušebním provozu a před jeho koncem požádá o **kolaudační souhlas** podle § 122.

Stavba se skládá z různých stavebních objektů. Jednoduché objekty, např. komunikace, oplocení, venkovní osvětlení, se rovnou kolaudují a zkušebním provozem procházejí pouze objekty s technologií. Stavební objekty, pro něž bylo vydáno stavební povolení podle vodního zákona, jako jsou čistírny odpadních vod, venkovní kanalizace, čerpací stanice, se také podle tohoto zákona kolaudují. Podmínkou jejich provozování je vydání vodoprávního kolaudačního souhlasu. Čistírny odpadních vod vyžadují několik měsíců, než se ustálí jejich chod, a proto vždy procházejí zkušebním provozem. Vydání vodoprávního povolení ke zkušebnímu nebo trvalému provozu je nutnou podmínkou kolaudace. U technologických staveb, jejichž součástí je i zdroj znečišťování ovzduší, je podmínkou kolaudace souhlas krajského orgánu životního prostředí s provozováním nebo zkušebním provozem zdroje znečišťování ovzduší podle §17 zákona o ovzduší. Splnění emisních limitů a dalších požadavků na vypouštění emisí do ovzduší předepsaných v IPPC se prokazuje provedení **autorizovaného měření emisí**, které může provést pouze některá z akreditovaných laboratoří resp. měřících skupin. Obsahuje-li stavba železniční vlečku nebo stáčení z železničních vagonů, je nutné drážní povolení. Vždy platí, že stavební objekt povoluje uvést do provozu stejný stavební úřad, který povolil jeho stavbu.

Každé stavební povolení se vydává na základě projektové dokumentace, kterou příslušný stavební úřad při vydání povolení ověří. Při kolaudaci stavební úřad zkoumá, zda stavba byla postavena podlé této ověřené dokumentace. Pokud při výstavbě dojde k podstatným změnám, pak se musí před jejich provedením požádat o povolení změny stavby před jejím dokončením. Musí se předložit projektová dokumentace popisující změny a je nutné získat vyjádření orgánů, kterých se tyto změny týkají. Výsledkem řízení o změně stavby je ověření nové změněné dokumentace, kterou bude stavební úřad při kolaudaci kontrolovat, a ověření povolení změnu provést.

Při kolaudaci technologické stavby se obvykle musí projít následujícími řízeními:

- Před dokončením stavby:
  - změna stavby před dokončením podle §118 stavebního zákona.
- Při dokončení stavby:
  - rozhodnutí orgánu ochrany ovzduší o povolení uvedení zdroje znečišťování ovzduší do zkušebního provozu podle odst. d) §17 zákona o ochraně ovzduší;
  - vodoprávní povolení ke zkušebnímu provozu pro čistírnu odpadních vod a kolaudační souhlas k trvalému provozu pro ostatní vodohospodářské objekty dle §15;
  - povolení ke zkušebnímu provozu k těm částem stavby, které byly povoleny speciálními stavebními úřady (dražní, silniční,...), a to v případech, kdy je zkušební provoz vyžadován;
  - povolení ke zkušebnímu provozu pro objekty obsahující technologie podle §124 a kolaudační souhlas k trvalému provozu pro ostatní objekty jako komunikace, plot, parkoviště atd. podle §122.
- Před ukončením zkušebního provozu (obvykle 6-12 měsíců po dokončení stavby):
  - rozhodnutí orgánu ochrany ovzduší o povolení uvedení zdroje znečišťování ovzduší do trvalého provozu podle odst. d) §17 zákona o ochraně ovzduší;
  - kolaudační souhlas k trvalému provozu pro čistírnu odpadních vod podle §15;
  - kolaudační souhlas k trvalému provozu podle drážního, silničního, popřípadě dalších speciálních zákonů pokud je to třeba;
  - kolaudační souhlas k trvalému provozu pro objekty, které byly v režimu zkušebního provozu podle §122.

Vodoprávní nebo kolaudační řízení mají stejný průběh. Po podání žádosti orgán do 15 dnů stanoví termín kontrolní prohlídky neboli místního šetření. Kolaudační souhlas musí být vydán do 15 dnů od místního šetření.

## DODÁVKA TECHNOLOGICKÉ STAVBY

Dodávka technologické stavby je proces, který začíná převzetím staveniště od vlastníka a končí zahájením zkoušek funkce u technologických částí stavby. Předání vlastníkovi je většinou podmíněno kladným výsledkem zkoušek. Obecně se dodávka stavby dělí na dvě hlavní činnosti. Na nákup dodávek a prací, anglicky *Procurement*, a na vlastní výstavbu na staveništi, anglicky *Construction*.

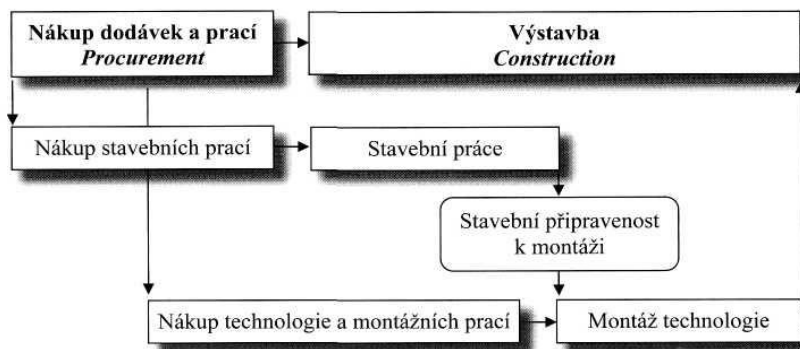
Základním vstupem do procesu dodávky stavby je prováděcí projektová dokumentace, podle které se objednávají dodávky a práce a pak se i staví. Stavbu provádí jeden nebo více dodavatelů, kteří mají své subdodavatele. Každý dílčí subdodavatel provádí svou činnost také ve dvou krocích. Nejdříve nakupuje materiál a dodávky a poté provádí vlastní činnosti výstavby.

V této kapitole se budeme věnovat činnostem při výstavbě. Činnosti výstavby se provádějí na staveništi. Vlastní výstavba začíná převzetím staveniště od vlastníka. Tímto okamžikem přecházejí rizika spojená s prostorem staveniště z vlastníka na dodavatele stavby. Činnosti výstavby můžeme rozdělit na stavební práce a dodávku technologie. Mezi stavební práce patří příprava okolních sítí, jako je voda, kanalizace, plyn a elektřina. Venkovní potrubní rozvody pro procesní média, suroviny a produkty patří do dodávky technologie. Venkovní technologie je většinou umístěna na ocelové konstrukci, která je spolu s betonovou základovou deskou a základy pro jednotlivé samostatné stroje součástí stavební části. Pro technologie umístěné v budovách je podíl stavební části větší a může představovat 30-50 % ceny stavby.

### Stavební připravenost k montáži - SPM

Důležitým dělicím mezníkem mezi stavebními pracemi a zahájením montáže technologie je **stavební připravenost k montáži** (SPM), která je definována jako okamžik, kdy je možné začít s instalací strojů. Pro technologie umístěvané v budově je podmínkou SPM dokončení hrubé stavby, vnitřní instalace vody, vytápění, vzduchotechniky, kanalizace, elektroinstalace stavební, podlah, povrchů stěn, základů pod technologická zařízení a objekt je zabezpečen proti vnějším vlivům a má funkční osvětlení. U venkovních technologií je to po dokončení základové desky, potřebné ocelové konstrukce a základů pro stroje. U složitých staveb dochází k souběhu stavebních prací a montáže technologie a milníků SPM je vždy definováno několik. Základní činnosti při dodávce stavby ukazuje obr. 2.

*Obr. 2 Hlavní činnosti při dodávce stavby*



### Stavební práce

Stavební práce pro technologické stavby zahrnují přípravu území, přípravu základů a nosných konstrukcí pro venkovní technologie a výstavbu budov pro vnitřní technologie.

Podle *Třídníku stavebních konstrukcí a prací (TSKP)* se stavební práce rozdělují na práce hlavní stavební výroby (HSV) a přidružené stavební výroby (PSV), jak ukazuje tab. 5.

Třídění stavebních prací na HSV a PSV je v praxi nejpoužívanější a je základem většiny ceníků stavebních prací. V zahraničí se používají jiné třídící systémy. Dá se říci, že co země, to jiný systém.

Vlastníka u dodávky stavby zajímá cena, rozsah prací, kvalita a délka trvání. Podívejme se trochu podrobněji na poslední aspekt, na délku trvání stavby. Stavební činnosti můžeme rozdělit na činnosti závislé na technologických lhůtách, např. vytvrzení betonové podlahy, a na činnosti, jejichž délka trvání závisí pouze na počtu pracovníků. Dobu těchto činností lze ovlivnit organizací práce a nasazením pracovníků a mechanizace.

Tab. 5 Rozdělení stavebních prací podle TSKP Práce HSV

#### Práce hlavní stavební výroby

- 1 - zemní práce
- 2 - zvláštní zakládání, základy, zpevňování hornin
- 3 - svislé a kompletní konstrukce
- 4 - vodorovné konstrukce
- 5 - komunikace
- 6 - úpravy povrchů, podlahy a osazování otvorů (okna, dveře) 8-trubní vedení
- 9 - ostatní konstrukce a práce, bourání

#### Práce PSV (skupina stavebních dílů 7)

- 71 - izolace
- 72 - zdravotně technické instalace
- 73 - ústřední vytápění 74-silnoproud
- 75 - slaboproud
- 76 - konstrukce ostatní 77-podlahy
- 78 - dokončovací práce
- 79 - ostatní konstrukce a práce PSV

Dodavatel stavební části většinou neprovádí všechny stavební práce uvedené v tab. 5, ale musí tyto činnosti zajistit od subdodavatelů. Proto na trvání výstavby stavební části má vliv i doba, za jakou vlastník uzavře smlouvy s dodavateli, a dodací lhůty. Výběrové řízení na subdodavatele trvají 2-4 týdny. Práce subdodavatelů mohou většinou začínat ihned po podpisu smlouvy. Materiál a dodávky mají svou dodací lhůtu. U stavebních materiálů (beton, cihly atd.) se jedná o dny, u dodávek (okna, dveře, vzduchotechnická jednotka, výtah) může být dodací lhůta 4-8 týdnů. I když to nejsou dlouhé lhůty, mohou být na kritické cestě, protože stavebními pracemi stavba vždy začíná.

### Zemní práce

Zemními pracemi, které upravují základní terén, stavba vždy začíná. Používá se pro ně termín hrubé terénní úpravy (HTU). Vrchní vrstva ornice typicky o tloušťce 20-30 cm se musí sejmut a uložit do zemníku. Na cenu a dobu trvání zemních prací má rozhodující vliv třída těžitelnosti horniny. Norma ČSN 73 3050 rozděluje horninu do sedmi tříd, tab. 6. Nejsnáze manipulovatelná je hornina třídy 1. Nejhorší je třída 7, což je skála. Zmrzlá půda patří do třídy těžitelnosti 5.

Tab. 6 Tabulka třídy hornin podle ČSN 73 3050

Třída hornin	Popis
1	horniny soudržné rypné, horniny nesoudržné do velikosti 20 mm

2	horniny soudržné, lehce rozpojitelné, kromě jílu, horniny nesoudržné, středně uleželé do 50 mm
3	horniny soudržné, těžce rozpojitelné, tvrdé konzistence, horniny nesoudržné s kameny do 100 mm
4	horniny soudržné, těžce rozpojitelné, tvrdé konzistence, horniny nesoudržné s kameny do 250 mm, silně zvětralé a rozpukané horniny, horniny kašovité až tekuté
5	skalní a poloskalní horniny v tloušťce do 250 mm, silně rozpukané horniny, horniny nesoudržné s kameny většími než 250 mm
6	skalní horniny velmi nesnadno trhatelné do tloušťky vrstev 250 mm
7	skalní hornina velmi nesnadno trhatelná

Při navrhování vertikálního umístění budov a komunikací je základním cílem vyrovnaná bilance horniny, aby se nemusela žádná hornina na stavbu přivážet nebo odvážet.

### **Zakládání budov**

Obvyklý způsob založení budov je na pilotech, základových patkách anebo základových pasech. Druh základů ovlivňuje zatížení budovy, které se přenáší do základů, a únosnost horniny, na níž stavba stojí. Na zatížení budovy má největší vliv počet nadzemních podlaží. U technologických staveb je to také statické a dynamické zatížení pocházející od strojů a zařízení. Z hlediska doby výstavby jsou většinou nejnáročnější piloty. Všechny typy zakládání limituje doba vytvrzení betonu. Zde je nutno počítat se čtyřmi týdny pro plné zatížení základu.

### **Stavební konstrukce**

Základem budovy je nosná konstrukce, která se doplní střechou, obvodovou konstrukcí, příčkami a výplněmi otvorů (dveře a okna). Nosná konstrukce může být různých typů. U halových objektů je pro nosnou konstrukci určující konstrukce zastřešení. U výškových budov se nosná konstrukce volí podle konstrukce stropů. Pro vícepodlažní budovy se dnes nejčastěji používá železobetonový skelet odlitý do bedně přímo na stavbě (monolit). Doba výstavby monolitu je nejvíce závislá na době tuhnutí betonu. Druhou možností, která je z hlediska výstavby rychlejší, je nosná konstrukce z betonových prefabrikátů, které se na stavenišť přivezou vyrobené a na stavbě se pouze sestaví. Na výrobu těchto prefabrikátů je třeba počítat okolo čtyř týdnů. Další možností je ocelová konstrukce. Tento typ nosné konstrukce se dnes hojně používá u výrobních a skladových hal, ale má menší požární odolnost. Výstavba této nosné konstrukce je velmi rychlá a je nezávislá na počasí. Dalším typem jsou zděné nosné konstrukce. Doba výstavby je nejdelší, ale u bytových a komerčních budov vychází hrubá stavba nejlevněji.

### **Stavební práce PSV**

Po dokončení hrubé stavby nastupují specializované subdodavatelské firmy na práce PSV. Časová náročnost prací PSV závisí na počtu nasazených pracovníků a použité mechanizaci. Investor může podle těchto údajů kontrolovat reálnost časového harmonogramu pro skutečný počet pracovníků na staveništi.

### **Návaznost stavebních prací a doba výstavby**

Na dobu výstavby má rozhodující vliv vzájemná návaznost stavebních prací, protože nelze provádět všechny práce současně. Nejprve se vždy provádějí hrubé terénní úpravy, které srovnají terén pod budovami a komunikacemi na potřebnou úroveň. V dalším kroku se položí do výkopů všechny venkovní rozvody (plyn, voda, kanalizace, elektrické rozvody), které vedou v zemi. U budov se položí podzemní rozvody kanalizace a přípojky plynu, vody a elektřiny. Následují výkopy pro základy budov, které se opatří hydroizolací proti vodě. Pak se betonují základy budov, které většinou končí železobetonovou základovou deskou. U venkovních technologií se uloží na základovou desku hlavní stroje a zařízení a vztyčí se ocelová konstrukce. U budov s vyzdívaným železobetonovým skeletem se pokračuje nosnou konstrukcí podlaží po podlaží. Současně s nosnou konstrukcí se většinou vyzdívá obvodový plášť a vnitřní příčky. Při zakrytí daného patra se pokládají do stěn a podlah rozvody zdravotnické, silnoproudé a slaboproudé rozvody. Nosná konstrukce se zakončuje střechou.

*Tab. 7 Detailní harmonogram prací pro výstavbu dvoupodlažní administrativní budovy*

DVOUPODLAŽNÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA		200X									
Číslo	Činnosti	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen		
90	Bourací práce (vytyčení stavby)										
10	Zemní práce										
711	Izolace proti vodě – hydroizolace základů										
20	Základy										
713	Izolace tepelné – tepelné izolace základů										
720	Zdravotní technika – ležatá kanalizace										
711	Izolace proti vodě – hydroizolace přízemí vč. soklu										
30	Svislé konstrukce – konstrukce 1. NP (ŽB konstrukce, nosné zdivo, příčky)										
40	Vodorovné konstrukce – strop nad 1. NP a konstrukce schodiště										
30	Svislé konstrukce – konstrukce 2. NP a atiky (ŽB konstrukce, nosné zdivo, příčky)										
40	Vodorovné konstrukce – strop nad 2. NP										
60	Úpravy povrchů – spádová vrstva střechy										
712	Plochá jednoplášňová střecha										
767	Kovové staveb. doplňk. konstrukce – jehlan. světlík, stříška nad vstupem										
764	Klempířské konstrukce										
720	Zdravotní technika – rozvody, vnější plynovod										
921	Silnoproudá a slaboproudá elektroinstalace – rozvody, vnější trasa										
60	Úpravy povrchů – omítky vnitřní										
763	Konstrukce sádkartonové										
766	Výplně otvorů – plastová okna a stěny										
730	Ústřední vytápění										
924	Montáže VZT – podtlakové větrání, klimatizace										
60	Úpravy povrchů – omítky vnější										
767	Kovové stav. doplňk. konstrukce – zábradlí schodišťové, požární žebřík atd.										
713	Izolace tepelné – tepelná izolace fasádního obkladu										
781	Obklady keramické – fasádní obklad Technistone										
713	Izolace tepelné – tepelná a zvuková izolace podlah										
60	Úpravy povrchů – podlahy betonové										
720	Zdravotní technika – kompletace										
766	Konstrukce truhlářské										
781	Obklady keramické										
771	Podlahy z dlaždic										
776	Podlahy povlakové										
60	Úpravy povrchů – fasádní nátěr										
784	Malby										
921	Silnoproudá a slaboproudá elektroinstalace – kompletace										
786	Čalounické úpravy – vnitřní žaluzie										
-	Přejímací řízení										

Dokončení střechy je důležitý okamžik, protože eliminuje účinky deště na stavební práce a umožňuje zahájení většiny prací PSV. Po dokončení rozvodů se provedou vnitřní omítky a vloží se výplně otvorů okna a dveře. Na podlahy se položí tepelná a zvuková izolace. Podlahy se betonují po dokončení obvodových stěn a zamezení průniku deště. Současně se provádějí keramické obklady. Následuje kompletace vytápění, vzduchotechniky a elektro rozvodů. Konečné povrchové úpravy podlah se provádějí až jako poslední krok vnitřních prací. Venkovní fasáda se může provádět po osazení všech oken a dveří.

Tab. 7 ukazuje detailní harmonogram prací pro výstavbu dvoupodlažní administrativní budovy. Nosná konstrukce je zděná. Stropy jsou monolitické. Stavba je založena na základových pasech s železobetonovou základovou deskou. Celková doba výstavby je 8 měsíců. Časový harmonogram této stavby začíná v březnu a končí v říjnu. To je ideální stav, kdy není provádění stavebních prací limitováno nízkou teplotou. Pokud výstavba přechází přes zimní období, je důležité, aby hrubá stavba byla dokončena do listopadu a budovu bylo možno přes zimu vytápět a provádět práce PSV. Jinak se musí provést nákladná tzv. zimní opatření, která umožní provádění stavebních prací i v zimním období.

### Dodávka výrobní technologie

Technologická zařízení se dělí na zařízení nutná pro funkci budovy, jako jsou výtahy, topení, vzduchotechnika, a na výrobní technologická zařízení. Technologická zařízení budov, zkráceně TZB, jsou dodávána stavební firmou v rámci dodávek stavebních prací PSV. Zabývat se budeme pouze výrobními technologickými zařízeními.

Dodávka technologických zařízení začíná nákupem strojů a prací. U technologických zařízení mají na celkovou dobu výstavby rozhodující vliv dodací lhůty jednotlivých zařízení, které mohou být až 10 měsíců. Doba montáže středně velké technologické stavby se pohybuje okolo 3 až 6 měsíců. To je v porovnání s dobou dodávky podstatně kratší lhůta. Tab. 8 ukazuje orientační dodací lhůty různých typů zařízení.

Tab. 8 Orientační dodací lhůty technologických prvků

Materiál/stroj/zařízení	Dodací lhůta
<b>Materiál</b>	
běžné trubky, plechy, profily	1-2 týdny
běžný spojovací materiál	1-2 týdny
příruby, kolena, tvarovky	1-2 týdny
izolace, barvy	1-4 týdny
<b>Prvky měření a regulace</b>	
čidla	1-4 týdny
regulační armatury	1-4 týdny



řídící počítače a regulátory	1-4 týdny
<b>Silnoproud</b>	
kabely, kabelové lávky	1-2 týdny
rozvaděče	4 týdny
<b>Sériově vyráběná zařízení na sklad</b>	
čerpadla, kompresory, ventilátory	4-8 týdnů
deskové výměníky	4-8 týdnů
plynové kotle	8 týdnů
dopravníky	4-8 týdnů
<b>Velká zařízení vyráběná až po objednání</b>	
tlakové nádoby, výměníky, pomocná zařízení	2-8 měsíců v závislosti na složitosti
kotel, turbína	8-12 měsíců
čerpadla, kompresory, ventilátory s cenou přes 1 mil. Kč	8 měsíců

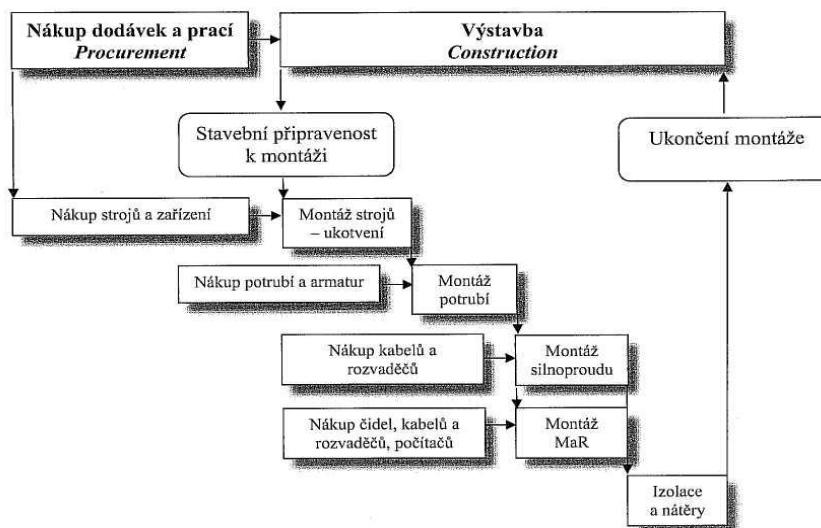
Dodací lhůta běžného materiálu je 1-2 týdny. Stroje, zařízení a prvky, které se vyrábějí sériově v katalogových řadách, mají dodací lhůtu 4-8 týdnů. Lhůta je většinou limitována dopravou z centrálního skladu, který bývá v zahraničí. Dodací lhůty kusových zařízení, která se vyrábějí jako originální výrobek podle schematickeho výkresu, nebo velkých a drahých zařízení, která se začínou vyrábět až v okamžiku objednání, mohou dosáhnout až 8 měsíců. U drahých zařízení začíná dodací lhůta běžet okamžikem zaplacení zálohy.

### Návaznost prací při dodávce technologie

Klíčovým bodem harmonogramu je stavební připravenost k montáži. To je okamžik, kdy je možné začít montovat zařízení. Proto by měla být dodávka na staveniště plánována s malým předstihem proti stavební připravenosti. Po dodání na stavbu se zařízení nejdříve musí ukotvit na svou pozici. Druhým krokem je montáž potrubí, která trvá ze všech činností nejdéle. Součástí montáže potrubí je i montáž všech ručních a automatických armatur. Automatické ventily se montují do potrubí bez ovládacích pohonů. Montáž zařízení a potrubí provádí specializovaná strojně montážní firma. Základním technologickým postupem je svařování, které většinou vylučuje současnou montáž elektro prvků. Typická pracnost montáže jednoho metru potrubí o průměru 80 mm je jedna hodina. Po dokončení potrubí se stavba předá skupině, která montuje silnoproudé připojení, měření a regulaci. Jako poslední se provádí izolování potrubí.

Obr. 3 ukazuje sled činností při dodávce technologie. Zkoušky, které se musí provádět před dokončením montáže, jsou detailně rozebrány dále.

Obr. 3 Dodávka výrobní technologie



Montáž technologie končí stavem, který se nazývá ukončením montáže, anglicky *Mechanical Completion*. Je to okamžik, kdy jsou dokončeny všechny strojní a elektro montáže. Zařízení bylo podrobena mechanickým individuálním zkouškám, při nichž se ověřila úplnost montáže, např. zda se všechny elektrické pohony protáčí správným směrem apod. Vše bez média skutečného nebo náhradního. Z hlediska měření a regulace se musí provést testy regulačních smyček a testy sekvencí. Součástí dokončení montáže jsou i revize všech zařízení; nejdůležitější je revize elektro, bez níž není možno zařízení zkoušet.

Studené zkoušky na náhradní médium a teplé zkoušky se skutečnými médii již nejsou většinou součástí montáže a provádějí se až po jejím ukončení. Někdy se i individuální zkoušky provádějí až po ukončení montáže. Záleží to na její definici ve smlouvě na dodávku technologie.

### **Doba výstavby**

Doba výstavby (*Constriction time*) je lhůta od předání staveniště až do okamžiku dokončení stavby, což je u technologických staveb stav ukončení montáže, po němž následuje komplexní vyzkoušení. U bytových a občanských staveb je to okamžik předání stavby, který většinou koinciduje s kolaudací stavby.

Doba výstavby je dána součtem délek navazujících činností. Sled činností je pro stejné typy staveb obdobný. Délky některých činností se zkrátí nasazením většího množství pracovníků a mechanismů. Ovšem neplatí, že délky těchto činností lze zkrátit na nulu při nekonečném množství pracovníků. Minimální délku určité činnosti určuje maximální počet pracovníků nebo mechanismů, které mohou současně pracovat v daném prostoru. V dnešní době vlastníci tlačí na minimální délky výstavby. Počet nasazených pracovníků se tedy v reálné situaci blíží maximálnímu možnému počtu. Činnosti, které limitují technologické lhůty, nelze zkrátit zvýšením počtu pracovníků. U stavební části jsou to hlavně technologické lhůty mokrých procesů. U technologických staveb je důležité včas uzavřít kontrakt na dodávku, aby dodací lhůta pro speciální zařízení nelimitovala vlastní dobu výstavby. Zařízení je nutno objednat v dostatečném předstihu před zahájením montáže.

Praxe potvrzuje přímou závislost mezi cenou a dobou výstavby – čím je stavba dražší tím je doba výstavby delší. Doba výstavby však ovlivňují i další faktory, jako např.:

- složitost stavby
- výše investičních nákladů
- podlažnost budov
- typ nosného systému budov
- počet pracovníků a mechanizace na stavbě
- roční období v době provádění mokrých procesů
- technologické postupy výstavby
- míra seskupení technologie do předvyrobených a předmontovaných celků
- počet subdodavatelů

### **ZKOUŠKY**

V přehledové kapitole o procesech výstavby byly uvedeny zkoušky jako proces, který začíná dokončením montáže a končí úspěšným garančním testem. To byl zjednodušený pohled. Obecně zkoušky probíhají od okamžiku zahájení stavebních prací a končí poslední zkouškou funkčnosti, kterou může být garanční test.

Zkoušky se používají ke kontrole kvality stavebních a technologických dodávek a prací v průběhu výstavby. Po dokončení montáže zkouškami prověřujeme funkčnost zařízení. Zkoušky kvality probíhají na staveništi a u výrobců zařízení. Zkoušky rozdělujeme na tři skupiny:

1. **Inspekce u výrobce.** U složitých technologických zařízení provádí vyšší dodavatel společně s vlastníkem inspekce ve výrobním závodě ještě před dodáním zařízení na stavbu.
2. **Zkoušky kvality na staveništi.** Těmito zkouškami se prověřuje kvalita dodávky a prováděných prací, a to jak stavební části, tak i technologie. Většina zkoušek kvality je popsána ČSN normami.
3. **Zkoušky funkce.** Zkoušky funkce se skládají z **individuálních a komplexních zkoušek**, po kterých následuje **garanční test**, je-li účelný a je-li sjednán ve smlouvě s dodavatelem.

Vyšší dodavatel je povinen předložit svému objednateli, jímž je zpravidla budoucí vlastník, plán kontroly kvality detailně popisující zkoušky, které budou provedeny, a jakou roli hraje u jednotlivých zkoušek vyšší dodavatel a vlastník. Vyšší dodavatel je vždy odpovědný za provedení zkoušky a vyhotovení protokolu o zkoušce. Vlastník má právo se účastnit jakékoli zkoušky.

V plánu kontroly kvality se u každé zkoušky označí, zda je nutná přítomnost vlastníka nebo stačí přítomnost vyššího dodavatele. Pokud je vlastník vyzván ke zkoušce a nezúčastní se, pak platí výsledek zkoušky ověřený vyšším dodavatelem. Vyšší dodavatel i vlastník jmenují osoby, které jsou oprávněné provádět kontroly kvality a stvrzovat platnost protokolů svým podpisem.

Vyšší dodavatel pro zajištění kvality vyčleňuje skupinu pracovníků, která se anglicky nazývá *Quality Assurance Group*. Skupina je vedená manažerem zajištění jakosti (*Quality Assurance Manager*). Zkoušky funkce vyžadují znalost technologického procesu a jsou velmi často prováděny separátní skupinou pracovníků, tzv. skupinou najíždění (*Commissioning Group*), kterou vede manažer najíždění (*Commissioning Manager*).

### **Inspekce u výrobce**

Inspekce u výrobce se většinou týkají pouze technologických zařízení. Inspekci provádí vyšší dodavatel technologie za účasti vlastníka. Cílem inspekce je prověřit kvalitu provedení zařízení. Typické zkoušky, které musí provést dodavatel zařízení za přítomnosti inspekce anebo musí prokazatelným způsobem inspekci doložit, jsou:

- kontrola materiálů
- kontrola svarů

- kontrola úplnosti a rozměrů
- kontrola těsnosti a talková zkouška
- u pohyblivých a rotačních strojů – kontrola vyvážení, funkční a výkonový test

### Zkoušky kvality na staveništi

Zkoušky kvality se provádějí podle typu norem sjednaných ve smlouvě. U stavebních prací jsou to většinou ČSN. Zahraniční dodavatel technologie může dodávat podle svých standardů, např. ASME (USA), DIN (Německo), BS (Velká Británie) atd. V každém případě stavba na území České republiky musí vyhovět zde platným zákonům a pokud tak stanoví smlouva o dodávce, tak i ČSN. Je to např. zkouška pevnosti betonu nebo tlaková zkouška u zařízení pracujících za vysokého tlaku.

Tab. 9 ukazuje příklad zkoušek kvality, které se provádějí u technologických částí. Snahou je, aby většina zkoušek technologických zařízení byla provedena u výrobce. Typickým příkladem jsou rentgenogramy svarů nebo tlakové zkoušky hotových tlakových nádob. Pokud je zařízení sestaveno na stavbě, např. vodotrubné kotle, velkorozměrové zásobníky, pak se příslušné zkoušky musí provést na stavbě.

Tab. 9 Zkoušky kvality na staveništi - příklad

Název kontroly kvality	Prověřované vlastnosti
<b>Technologie strojní - stabilní aparáty a potrubí</b>	
kontrola svařování radiografická kontrola svaru kontrola nátěrových systémů kontrola izolace tlaková zkouška těsnostní zkouška vnější rozměrová kontrola	svařovací postup homogennost svaru materiál, tloušťka počet vrstev materiál, provedení tlaková pevnost a těsnost těsnost spojů rozměry, poloha a průměr hrdel
<b>Technologie strojní - pohyblivé, rotační stroje</b>	
kontrola základů kontrola sestavení kontrola vyrovnání	materiál, provedení úplnost sestavy souosost, rovinnost
<b>Technologie – elektro</b>	
inspekce instalace měření izolačního odporu kontrola fázování napěťový test zkouška ochranných relé a kalibrace měření zemního odporu kontrola koncového připojení kabelů kontrola oleje	úplnost, soulad se specifikací kontrola pro motory, transformátory, rozvaděče, kabely, osvětlení fázování rozvaděčů kontrola dielektrické pevnosti pro rozvaděče a kabely pro rozvaděče odpor zemního systému pro kabely kontrola náplně oleje v transformátorech

U zařízení není ostré rozdělení mezi zkouškami kvality na staveništi, které jsou součástí montáží, a individuálními zkouškami, které již patří mezi kontrolu funkčnosti. Záleží na dodavateli, jak má zkoušky zorganizovány. Po jejich provedení je zařízení předáno najízděcí skupině, která provede funkční testy počínaje individuálními zkouškami a konče komplexními zkouškami. Z hlediska vztahu mezi dodavatelem technologie a vlastníkem záleží na smlouvě, zda jsou individuální zkoušky součástí montáží nebo zkoušek. Většinou ale patří do montáží. Jinak řečeno, milník ukončení montáže je splněn až po úspěšném absolvování individuálních zkoušek.

### Zkoušky funkce

Funkční zkoušky se provádějí pro technologická zařízení po dokončení montáží. Bezpečnost zařízení musí být před zahájením zkoušek prokázána platnou revizí elektro a předložením certifikátů o dokončení všech zkoušek, které jsou součástí montáží, např. tlakových zkoušek pro tlakové nádoby. Zkoušky funkce probíhají ve třech krocích:

1. **Individuální zkoušky** ověřují funkci jednotlivého stroje a zařízení bez média a bez provozního zatížení, cílem je ověření úplnosti montáže a základních funkcí zařízení.
2. **Komplexní zkoušky** mají za úkol prověřit funkci zařízení jako celku. Provádějí se na náhradní média (studené zkoušky - *Cold Test*) a na reálná média (teplé zkoušky - *Hot Test*). Zkoušky mají prokázat, že technologické zařízení jako celek je schopné provozu.
3. **Garanční test.** Vybrané parametry, které jsou jmenovitě uvedeny ve smlouvě na dodávku, se ověřují garančními zkouškami. Garanční zkoušky se provádějí s reálnými médii a musí zejména prokázat kvalitu produktu a dosažení kapacity zařízení.

**Stavební zákon funkční zkoušky nedefinuje a ani nevyžaduje.** Rozsah zkoušek musí být sjednán ve smlouvě. Pokud není, závisí jejich provedení na zkušenostech a ochotě dodavatele. V provádění funkčních zkoušek je velký rozdíl mezi stavebními a technologickými dodavateli. Technologický dodavatel je zvyklý provádět individuální a komplexní zkoušky a očekává, že bude ve smlouvě vyžadováno, aby provedl garanční test. Stavební dodavatel je většinou schopen provést pouze jednoduché zkoušky, jako jsou topné zkoušky nebo tlakové zkoušky potrubí.

Součástí stavební části jsou vždy technologická zařízení budov jako větrání, klimatizace a topení, což mohou být složitá technologická zařízení. Většinou pro ně není ve smlouvě stanovena povinnost garančního testu, který by se musel provést do předání dodávky vlastníkovi. Technická zařízení budov, jako je topení a klimatizace, se mohou prověřit pouze při extrémních venkovních podmínkách v zimě a v létě. Na těchto zařízeních se v praxi funkční zkoušky omezují na individuální a komplexní zkoušky. Po jejich úspěšném provedení je zařízení převzato vlastníkem od dodavatele. Po převzetí běží záruční lhůta, která by měla být delší než 12 měsíců, aby mohl vlastník prověřit zařízení při extrémních klimatických podmínkách.

### **Individuální zkoušky (Individual Tests)**

Individuální zkoušky jsou velmi často součástí montážních prací. Výsledkem individuálních zkoušek je ověření mechanické funkce jednotlivého zařízení bez návaznosti na ostatní.

Podívejme se nejprve na **rotační zařízení**, např. na odstředivé čerpadlo poháněné elektromotorem.

První kontrola ověřuje souosost čerpadla a elektromotoru. Ta je většinou součástí montáže. Po ní následuje zkouška směru rotace čerpadla, která se provede mžikovým připojením na zdroj napětí. U některých čerpadel je rotor na poháněné hřídeli našroubován a při opačném pohybu motoru dojde k sešroubování rotoru z hřídele, který zničí vnitřní vyložení čerpadla. Zde se musí zkouška otáčení provést na samostatném elektromotoru před spojením s čerpadlem.

Po zkoušce směru otáčení se provádí funkční zkouška na náhradní médium. U kapalin je to většinou voda. Funkční zkouška typicky trvá čtyři hodiny. V pravidelných intervalech cca 15 minut se zaznamenávají teploty ložisek a motorů a měří se vibrace v úrovni ložisek ve všech třech směrech. Teploty i vibrace se musí po určité době ustálit a nesmí přesáhnout povolenou hranici. Tyto hodnoty teplot a vibrací později slouží jako etalony při následných preventivních kontrolách za provozu zařízení. Součástí těchto zkoušek je i měření hluku ve vzdálenosti 1 m od povrchu stroje, který nesmí překročit 85 dB. Pokud je to možné, měří se výkonové parametry, jako je množství dopravované kapaliny u čerpadel.

U **potrubí** se provádí tlaková zkouška, která prověřuje svary a těsnící prvky. Potrubí se natlakuje vodou na 1,5 násobek pracovního tlaku a sleduje se pokles tlaku a místa špatných svarů. Další zkouškou je těsnostní zkouška, která se provádí plynem a sleduje se pokles tlaku. Těsnostní zkouška ukazuje špatná těsnění nebo špatné dotažení přírub.

Zkoušky funkce **měřících a regulačních obvodů** patří u složitých zařízení k časově nejnáročnějším. Můžeme je rozdělit do tří kategorií:

1. **Signální testy (Signal Tests).** Tyto testy prověřují každý analogový a digitální signál od místa vzniku až do místa příjmu signálu. Typicky od čidla přes analogo-digitální převodníky, datový kabel až po údaj na obrazovce počítače. U energetického zdroje za 500 mil. Kč můžeme očekávat okolo 10 000 signálů. Při 10 minutách zkoušky na kontrolu signálu, kterou provádějí dva pracovníci, jeden u počítače a druhý u čidla, to odpovídá pracnosti 20 člověkoměsíci.
2. **Testy smyček (Loop Tests).** Loop testy ověřují funkčnost analogových a digitálních smyček. Digitální smyčka přepíná akční člen mezi dvěma stavy na základě dvoustavového signálu z čidla. Např. limitní čidlo minimální hladiny v zásobníku dá při jejím dosažení signál, který vypne vyprazdňování čerpadlem. Analogové smyčky regulují akční člen spojitě od dolní do horní meze v závislosti na měřeném analogovém signálu a žádané hodnotě měřené veličiny. Většinou se jedná o PID regulační smyčky, které se skládají z čidla, regulátoru a akčního členu např. regulačního ventilu. Regulačních smyček je o řád méně než signálů, ale jejich prověření je náročnější. Při individuálních zkouškách nemohou čidla měřit reálné hodnoty. Proto se na čidle elektricky simuluje změna signálu a sleduje se, zda regulátor vydá správný signál akčnímu členu a zda se akční člen pohybuje správným směrem. Parametry regulátoru se mohou nastavit pouze přibližně. Konečné nastavení se provede až s reálným médiem za provozních tlaků, teplot a průtoků médií.
3. **Sekvenční test (Sequence Tests).** Složitá technologická zařízení se skládají z mnoha částí. Každé zařízení může mít minimálně dva stavy: vypnuto nebo zapnuto. Stavy jednotlivých zařízení jsou na sobě závislé. Např. výpadek podávacího čerpadla vody do kotle musí způsobit zastavení přívodu plynu do jeho hořáku a odstavení kotle. Tyto vzájemné logické vazby popisuje sekvenční logika, která je uložena v řídicím počítači. Sekvenční logika se organizuje hierarchicky, kdy stavy jednotlivých zařízení ovlivňují stav dílčího celku, jeho stav zase stav celé jednotky. Podívejme se na příklad stavů na nejvyšší úrovni pro jednotku odsíření. Ta má pět základních stavů: 1. *vypnuto* - všechna zařízení stojí, 2. *odstaveno* - běží pouze míchadla nádrží se suspenzemi, 3. *příprava* - běží všechna čerpadla mimo cirkulačních v absorberu, všechny hladiny jsou v limitech, 4. *připraveno k chodu* - běží cirkulační čerpadla a tepelný výměník kouřových plynů, 5. *provoz* - kouřové plyny jsou přivedeny do absorberu, všechna zařízení pracují. Dosažení každého stavu vyžaduje splnění několika desítek podmínek. Při sekvenčních testech se zkouší, zda se zařízení chová podle sekvenčního programu a odstraňují se chyby v sekvenční logice. Testování sekvencí patří mezi nejsložitější zkoušky. U vsádkových zařízení je to ještě obtížnější, protože zde není jeden provozní stav ale několik, které se cyklicky opakují.

Po provedení všech individuálních zkoušek jsou jednotlivá zařízení funkční a je funkční i řídicí systém, který řídí vazby mezi zařízeními. Je tedy možné provést zkoušku celé linky.

### **Komplexní zkoušky (Functional Tests)**

Při komplexních zkouškách se provádějí testy několik zařízení najednou nebo celé linky. U složitějších technologií se tyto zkoušky dělí na studené a horké testy. Studené testy (*Cold Tests*) se provádějí na náhradní médium. Např. u odsiřovací linky se nejprve celá linka zkouší na vodu a teprve po nastavení regulace průtoků se provádějí horké testy s reálným médiem, kterým je vápencová suspenze. Při studených zkouškách se ověřuje funkce všech rotačních strojů, jako jsou čerpadla, míchadla, ventilátory, a ověřuje se rovněž funkce měření a regulace.

Při teplých zkouškách se do jednotky přivedou reálné suroviny a média. Teplé zkoušky simulují reálný provoz. Zkouší se najetí linky na plný výkon, kvalita produktu a ověřují se měrné spotřeby surovin, médií a energií. Při teplých zkouškách se ověřují všechny typy provozu, najetí a odstavení linky, přechod z jednoho výkonu na druhý a nouzové odstavení linky. Většinou jsou úspěšné komplexní zkoušky podmínkou předání díla vlastníkovi. Pokud není zařízení předáno vlastníkovi, pak jsou zkoušky v režimu dodavatele a z hlediska stavebního zákona patří do výstavby, a nikoli do zkušebního provozu, na který je třeba správně řízení podle § 124. Po úspěšných komplexních zkouškách většinou vlastníci zařízení předběžně převezme, aby vyhověl literě stavebního zákona a mohl po získání povolení ke zkušebnímu provozu začít vyrábět. Předběžné převzetí není termínem stavebního zákona. Je to smluvní termín, jenž se zavádí pro oddělení komplexních zkoušek a zahájení zkušebního provozu. Dokument, který při jeho dosažení obě strany podepisují, se anglicky nazývá *Partial Acceptance Certificate* - PAC.

### **Garanční test (Guarantee Tests)**

Je-li dodavatel nositelem technologického know-how, bývá ve smlouvě vždy sjednán garanční test, kterým se ověřuje splnění garantovaných hodnot. Úspěšný garanční test je podmínkou konečného převzetí stavby. Garančním testem se prověřují takzvané technické a procesní garance. Jedná se o vlastnosti procesu, ale garantovány mohou být zákonné limity vnitřního pracovního prostředí a vlivu na okolí. Možné garantované vlastnosti ukazuje následující přehled:

- Procesní vlastnosti:
  - kapacita jednotky,
  - kvalita resp. parametry produktu,
  - měrné spotřeby paliv, surovin, médií a energií.
- Odpadní látky (plynné, kapalné a tuhé):
  - množství,
  - složení.
- Parametry vnitřního prostředí:
  - hluk, vibrace,
  - koncentrace látek v pracovním prostředí.

Provedením garančního testu dodavatel prokáže splnění procesních vlastností linky. Většinou jednou provždy. Po úspěšném garančním testu vlastníci zařízení definitivně převezme a začne běžet záruční doba, v níž dodavatel ručí pouze za mechanické vlastnosti zařízení. Jedná se o tzv. mechanické garance. Je ale možné, a např. u dodávek odsiřovacích jednotek to bylo typické, že si vlastníci sjednal ještě jeden garanční test před ukončením záruční doby. Při konečném převzetí, což je opět pouze smluvní termín, obě strany podepisují dokument, který se anglicky nazývá *Final Acceptance Certificate* - FAC.

### **Zkušební provoz**

Stavební zákon výstavbu od provozu odděluje vydáním kolaudačního souhlasu §122, který opravňuje vlastníka k trvalému provozování. U technologických staveb je mezi výstavbu a trvalý provoz vloženo období zkušebního provozu. Zkušební provoz je termínem stavebního zákona podle §124, který vlastníkovi umožňuje provozovat zařízení na plnou kapacitu a výrobu a prodej produktu. V průběhu zkušebního provozu se musí prokázat, že zařízení ovlivňuje interní a externí prostředí v míře dané limity, které vyplývají ze zákona nebo byly stanoveny v průběhu povolovacích řízení ke stavbě. Měří se např. koncentrace a množství odpadních vod, emise do ovzduší, hluk na pracovišti apod. Stavební zákon nezajímá kvalita produktu ani dosažení kapacity zařízení. Proto období zkušebního provozu nijak nesouvisí s tím, jak si vlastníci sjedná s dodavatelem provedení funkčních zkoušek a zejména garanční test. Jaké zkoušky bude nutné provádět, závisí na typu technologie.