



Základní pravidla tvorby výkresové dokumentace

Šimon Kovář



Čistota CAD dat

Při tvorbě 3D, 2D výkresové dokumentace, BOMů atd. je nutné dodržovat určité zásady, které umožní efektivně s nimi pracovat. Neexistují žádné obecné zásady. Každá společnost si tyto zásady vytváří s ohledem na produkt, technologii, velikost, obchodní vztahy Cílem „čistoty dat“ musí být jejich srozumitelnost, jasnost pro celý tým (společnost)

Číslování CAD dokumentace

- Číslování CAD dokumentace je otázkou firemního nastavení, používaného systému PLM , PDM atd.
- Číslo výkresu a modelu by mělo být v některých parametrech stejné.

Technické výkresy – vybrané normy

- ČSN EN ISO 128-20 Technické výkresy – pravidla zobrazování, základní pravidla pro kreslení čar.
- ČSN ISO 128-22 Technické výkresy – pravidla zobrazování, základní pravidla pro kreslení a použití odkazových čar.
- ČSN ISO 128-30 Technické výkresy – pravidla zobrazování, základní pravidla kreslení pohledů.
- ČSN EN ISO 3098-0 Technická dokumentace – písmo.
- ČSN EN ISO 10209-2 technické výkresy – Terminologie – Metody promítání.



Všeobecné tolerance přímosti a rovinnosti

Dle ČSN ISO 2768, [mm]

Třída přesnosti	do 10	od 10 do 30	od 30 do 100	od 100 do 300	od 300 do 1000	od 1000 do 3000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

Všeobecné tolerance kolmosti

Dle ČSN ISO 2768, [mm]

Třída přesnosti	do 100	od 100 do 300	od 300 do 1000	od 1000 do 3000
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1,0
L	0,6	1,0	1,5	2,0

Všeobecné tolerance souměrnosti

Dle ČSN ISO 2768, [mm]

Třída přesnosti	do 100	od 100 do 300	od 300 do 1000	od 1000 do 3000
H	0,5	0,5	0,5	0,5
K	0,6	0,6	0,8	1,0
L	0,6	1,0	1,5	2,0

Všeobecné tolerance kruhového házení

Dle ČSN ISO 2768, [mm]

Třída přesnosti	-
H	0,1
K	0,2
L	0,5

Poz. do 100 mm – zahrnuje 100 mm, od 100 mm - přes





Závislost drsností na stupni přesnosti a jmenovitém rozměru

Rozsah rozměru [mm]		Stupeň přesnosti							
		IT 5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
od	do	Drsnost R_a [μm]							
1	3	0,2							
3	6		0,4						
6	10								
10	18								
18	30		0,8						
30	50			1,6					
50	80				3,2		6,3		
80	120							12,5	
120	180								25
180	250								
250	315								
315	400								
400	500								50

Dosahované drsnosti podle stupně přesnosti a způsobu obrábění

Způsob obrábění	Stupeň přesnosti								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lapování	0,05	0,1							
Honování	0,05	0,1							
Broušení bezhroté a mezi hroty		(0,2)	0,4	0,4	0,4	0,8			
Broušení děr			(0,4)	0,4	0,4				
Broušení na plocho obvodové		(0,2)	0,4	0,4	0,8				
Broušení na plocho čelní, křížové			(0,2)	0,4	0,4	0,8			
Vyvrtávání diamantovým nástrojem		(0,2)	0,4	0,4					
Vyvrtávání			(0,8)	1,6	1,6	3,2			
Protahování			(0,4)	0,8	0,8	1,6			
Vystružování				(0,8)	0,8	1,6		3,2	
Soustružení				(0,8)	(1,6)	1,6	3,2	3,2	6,3
Frézování čelní a válcovou frézou					(1,6)	(3,2)	3,2	3,2	6,3
Frézování drážek					(1,6)	3,2	6,3	12,5	
Hoblování					3,2	3,2	6,3	6,3	12,5
Předvrtávání a předvrtání							(6,3)	12,5	
Vrtání v přípravku							(6,3)	12,5	12,5

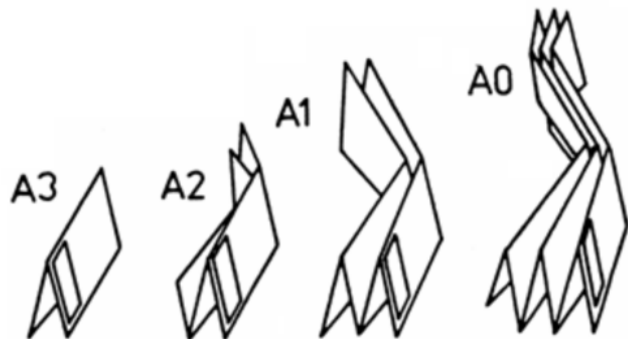
Hodnoty v závorkách jsou dosažitelné za zvláštních podmínek





Základní formát řady A		Prodloužený formáty		Výjimečně prodloužené formáty	
Označení	Rozměr	Označení	Rozměr	Označení	Rozměr
A0	841x1189	-	-	A0x2	1189x1682
	-	-	-	A0x3	1189x2523
A1	594x841	-	-	A1x3	841x1783
	-	-	-	A1x4	841x2378
A2	420x594	-	-	A2x3	594x1261
	-	-	-	A2x4	594x1682
	-	-	-	A2x5	594x2102
A3	297x420	A3x3	420x891	A3x5	420x1486
	-	A3x4	420x1189	A3x6	420x1783
	-	-	-	A3x7	420x2080
A4	210x297	A4x3	297x630	A4x6	297x1261
	-	A4x4	297x841	A4x7	297x1471
	-	A4x5	297x1051	A4x8	297x1682
	-	-	-	A4x9	297x1892

Skládání výkresů:





Nejpoužívanější jakosti ocelí dle ČSN, další značení, popis použití

Označení oceli dle EN 10025	Označení oceli dle ČSN	Mechanické vlastnosti			Charakteristika, použití a vlastnosti
		Re ⁺ [MPa]	Rm ⁺ [MPa]	A5 ⁺ [%]	
11SMn30	11 109	195	360-500	21	Ocel automatová. Ocel je velmi dobře obrobitelná a drsnost ploch po obrobení je dobrá. Výrobky válcované za tepla se používají pouze k tažení za studena nebo ve šroubárnách k výrobě spojovacích součástí.
DC 01	11 321	235	284-382	-	Ocel nelegovaná, jakostní, vhodná k tváření (válcování) za studena, k středně hlubokému tažení, lakování, pokovování v tavenině, potisku a smaltování - jen u neuklidněné oceli. Svařitelnost zaručená v závislosti na rozměrech polotovaru.
S 235 JRG 1	11 343	196	333-412	30	Neušlechtilá konstrukční ocel. Vhodná na součásti konstrukcí a strojů menších tloušťek, tavně svařované namáhané staticky, popř. i mírně dynamicky. Drobně lisované výrobky jako přezky, stavební a nábytkové kování, přídržky, pravítka, žaluzie apod. Různé tvářené a svařované součásti, vložky, třmeny, rozpěrky, závlačky, oka, páky, rukojeti, čepy, svorníky, držáky apod. Trubky pro všeobecné účely. Vhodná ke svařování.
-	11 353	245	min.343	24	Ocel jednoúčelová k výrobě bezešvých trubek, vhodná na trubkové konstrukce staticky namáhaných součástí (i svařované), potrubí pro vedení oleje, nafty, vody, páry, vzduchu, plynu, na spojovací součásti potrubí apod. Svařitelnost zaručená v závislosti na tloušťce polotovaru.
S 235 JRG 1	11 373	206	363-441	25	Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti vhodná ke svařování. Součásti konstrukcí a strojů menších tloušťek, i tavně svařované, namáhané staticky i mírně dynamicky. Vtokové objekty vodních turbín, výtoky, hradidlové tabule, stavidla, méně namáhaná svařovaná potrubí a odbočnice, jezové konstrukce. Dna plochá, klenutá a lemovaná, vysokotlaká. Vhodná ke svařování.





S 235 JRG 2	11 375	226	363-441	25	Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti vhodná ke svařování. Součásti konstrukcí a strojů středních tlouštěk tavně svařované, namáhané staticky i dynamicky. Součásti vyráběné z plechů, podélně svařovaných dutých profilů a součásti kované pro tepelná energetická zařízení a tlakové nádoby pracující s omezeným přetlakem a teplotou do 300 °C. Vtokové objekty vodních turbín, spirální skříně vodních turbín, vrata plavidlových komor, klapky uzávěrů, svařované kulové uzávěry apod. Spojky a podvozky vagonů.
S 235 J2G3	11 378	235	363-441	25	Ocel nelegovaná, jakostní, jemnozrná, konstrukční. Pro tenké plechy vhodné k lisování. Na svařované mostní a jeřábové konstrukce, strojní součásti, součásti tepelných energetických zařízení a tlakových nádob s omezeným přetlakem a do teploty 300 °C. Svařitelnost zaručená.
P265GH	11 416	255	400-490	26	Neušlechtilá, nízkouhliková, nelegovaná ocel, pro vyšší teploty a žáropevná. Na součásti kotlů a tlakových nádob. Svařitelnost zaručená.
E 295	11 500	265	490-608	20	Neušlechtilá konstrukční ocel, obvyklé jakosti s vyšším obsahem uhlíku. Částečně lisovatelná ocel vhodná na strojní součásti namáhané staticky i dynamicky, u nichž se nevyžaduje svařitelnost, jako hřídele, ozubená kola, strojní součásti soustružené, čepy, kolíky, držáky, podložky, kryty, víka, příruby, pouzdra, kroužky, objímky, základové desky, vodítka, upínací desky, příložky, šrouby, matice, montážní páky, třmeny, kladky, bubny, hrdla, přípojky apod. Kovové součásti tepelných energetických zařízení. Méně namáhaná nekalená ozubená kola. Svařitelnost obtížná.
P355NL1	11 503	345	490-610	26	Nelegovaná konstrukční jemnozrná jakostní ocel pro snížené atmosférické teploty pod -20 °C vhodná ke svařování. Součásti zařízení pracujících při teplotách +400 °C až -50 °C vyrobených z plechů se zaručenou hodnotou zkoušky rázem v ohybu až do -50 °C
S 355J2G3	11 523	333	510-628	22	Nelegovaná konstrukční jemnozrná jakostní ocel vhodná ke svařování. Mostní a jiné svařované konstrukce, ohýbané profily, svařované konstrukce z dutých profilů a součásti strojů, automobilů, motocyklů a jízdních kol. Součásti tepelných energetických zařízení a součásti tlakových nádob vyrobených z tyčí.
E 335	11 600	324	588-706	14	Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti s vyšším obsahem uhlíku. Vhodná na strojní součásti namáhané staticky i dynamicky, u nichž se





					nevyžaduje svařitelnost. Součásti vystavené velkému měrnému tlaku. Hřídele, osy, ozubená kola, řetězová kola, páky, čepy, pístnice, kolíky, podpěry, držátka, objímky, šrouby a matice, klíny, pera, kluzné kameny, ozubené hřebeny, kladky, spojky, segmenty a vložky axiálních ložisek, distanční kroužky, různé upínací elementy, tělesa fréz apod. Pásky a pruhy ke tvarování ohybem.
E 360	11 700	353	686-834	10	Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti s vyšším obsahem uhlíku. Vhodná na strojní součásti s větší odolností proti namáhání a odolností proti opotřebení, u nichž se nevyžaduje svařitelnost. Výkovky a vylisky s velkou tvrdostí, bez tepelného zpracování. Pásky a pruhy válcované za studena na destičky Gallových řetězů. Držáky soustružnických nožů.
C 45	12 050	510	650-970	17	Konstrukční ocel nelegovaná k zušlechťování, povrchovému kalení a pro velké výkovky. Uklidněná ocel vhodná na hřídele těžních strojů, turbokompresorů, karuselů apod., na větší ozubená kola, šneky, ozubené věnce, rotory šroubových kompresorů, ojnice, pístnice, vřetena, plunžry lisů, písty kompresorů, čepy, šrouby, stavěcí rouby, dopravní válečky, vodící čepy, lamely spojek, kladičky, lůžka, páky, zarážky, kolíky, různé spojovací součásti, posouvací vidlice, držáky, unášecí satelitů, vahadla, západky, kované svorníky tlakových nádob, upínací a stavebnicové části nástrojů, vrtací tyče, frézovací trny. Svařitelnost obtížná.
C 55	12 060	345	min. 600	13	Konstrukční ocel nelegovaná, jakostní k zušlechťování. Uklidněná ocel vhodná na hřídele turbokompresorů, karuselů, zalomené a jiné hřídele, ozubená kola a věnce, plunžry lisů, pístnice, vřetena, čepy, lamely, spojky, pojistky, západky, držáky, šrouby, páky, destičky abnormálních řetězů, různé spojovací součásti apod. Pružiny, konstrukční elementy lisovacího nářadí. Na méně namáhané hřídele silničních vozidel. Na součásti strojů, které mají vzdorovat opotřebení (ozubené věnce, vřetena vrtaček). Svařitelnost obtížná.
C 60	12 061	380	min. 660	12	Konstrukční ocel nelegovaná, jakostní k zušlechťování. Uklidněná ocel vhodná na klikové a výstředníkové hřídele, osy, ozubená kola a pastorky, čepy, kuželky, šrouby a matice, vřetena soustružů, válce pro válcovací stolice, plunžry lisů, táhlové háky, vodící šrouby, páky, objímky, pojistné kroužky, západky, kolíky, tlakové kroužky, opěrné desky, podpěry, zarážky, třecí kroužky, brzdné klíče, pevné a pohyblivé části lanovek, vodící kameny, kladky přítlačné, klíny a pera.





					pouzdra do brzd, lamely karuselů, mačety, třecí kroužky, kalené šrouby a matice, pásnice kloubových řetězů, apod. pružiny. Součásti k zušlechťování. Upínací a stavebnicové části nástrojů. Svařitelnost obtížná.
-	12 081	-	max. 735	16	Ocel uhlíková na pružiny. Vhodná pro pásy a pruhy válcované za studena, pro tvarové, zejména tažné pružiny a pružné elementy, pojišťovací spony a pojistné kroužky.
-	13 240	540	780-930	14	Ocel k zušlechťování, pro velké výkovky. Ocel je dobře tvařitelná a dobře obrobitelná. Je náchylná na popouštěcí křehkost. Používá se na středně namáhané strojní součásti. Optimální průměr pro zušlechtění je 50 mm. Svařitelnost obtížná.
-	14 260	1175	1370-1670	7	Ocel Si-Cr na pružiny. Vhodná na zvláště namáhané pružiny pro automobily a železniční vozy, na rovinné součásti vyžadující odolnost proti opotřebení, jako vyložení skluzů, obložení aktivních částí stavebních a zemědělských strojů. Tepelně a mechanicky zpracované plechy mají vysokou pevnost, tvrdost a ořezuvzdornost, obrobitelnost a tvarovatelnost je však obtížná. Svařitelnost obtížná.
107CrV3	19 421.3	-	-	-	Ocel Cr-V, nízkolegovaná, nástrojová pro práci za studena. Dobrá houževnatost, obtížnější tvárnost za tepla, dobrá obrobitelnost. Nástroje řezné: vrtáky, výstružníky, závitníky pro menší řezné rychlosti. Nástroje pro stříhání za studena: jednoduché nástroje na prostříhování materiálů menších tloušťek, pomocné části nástrojů a forem pro stříhání za studena (vyhazovače, kolíky apod.). Nástroje pro tváření: jednoduché a velké nástroje na tažení, velké průvlaky. Nástroje ruční: závitové nástroje, výstružníky, záhlubníky, zubní vrtáky. Svařitelnost obtížná.

* Hodnoty R_e , R_m , A_5 jsou pouze orientační



Vyhledávání technických norem

Jak získat požadovanou technickou normu?

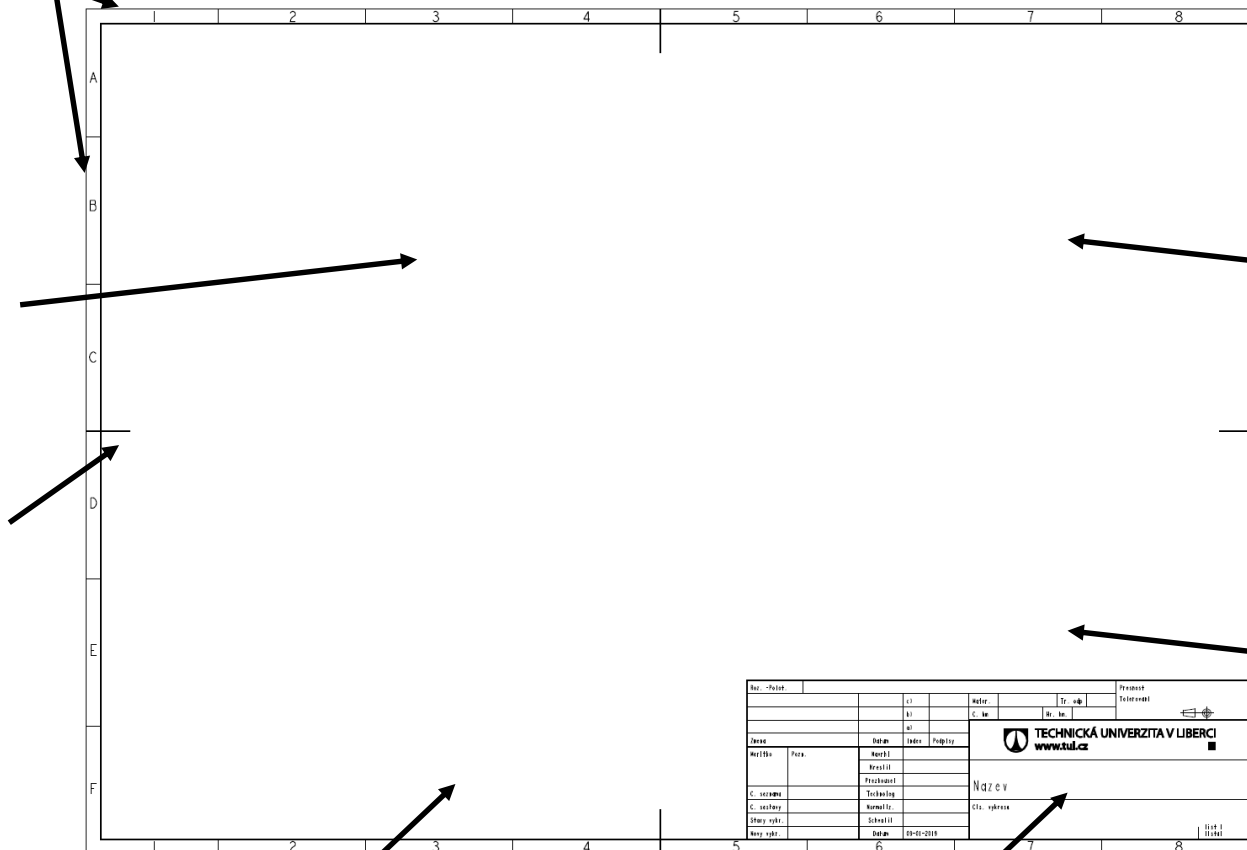
Technické normy **není** možné využívat bezplatně. V ČR je možné zřídit online přístup do databáze norem například prostřednictvím **České agentury pro standardizace**. V podnicích bývá oddělení dokumentace, které se obvykle stará i získávání a distribuci norem dle požadavků firmy.

Výkresový prostor

Souřadnicová síť

Kreslicí plocha

Středící značka



Místo pro doplňující informace

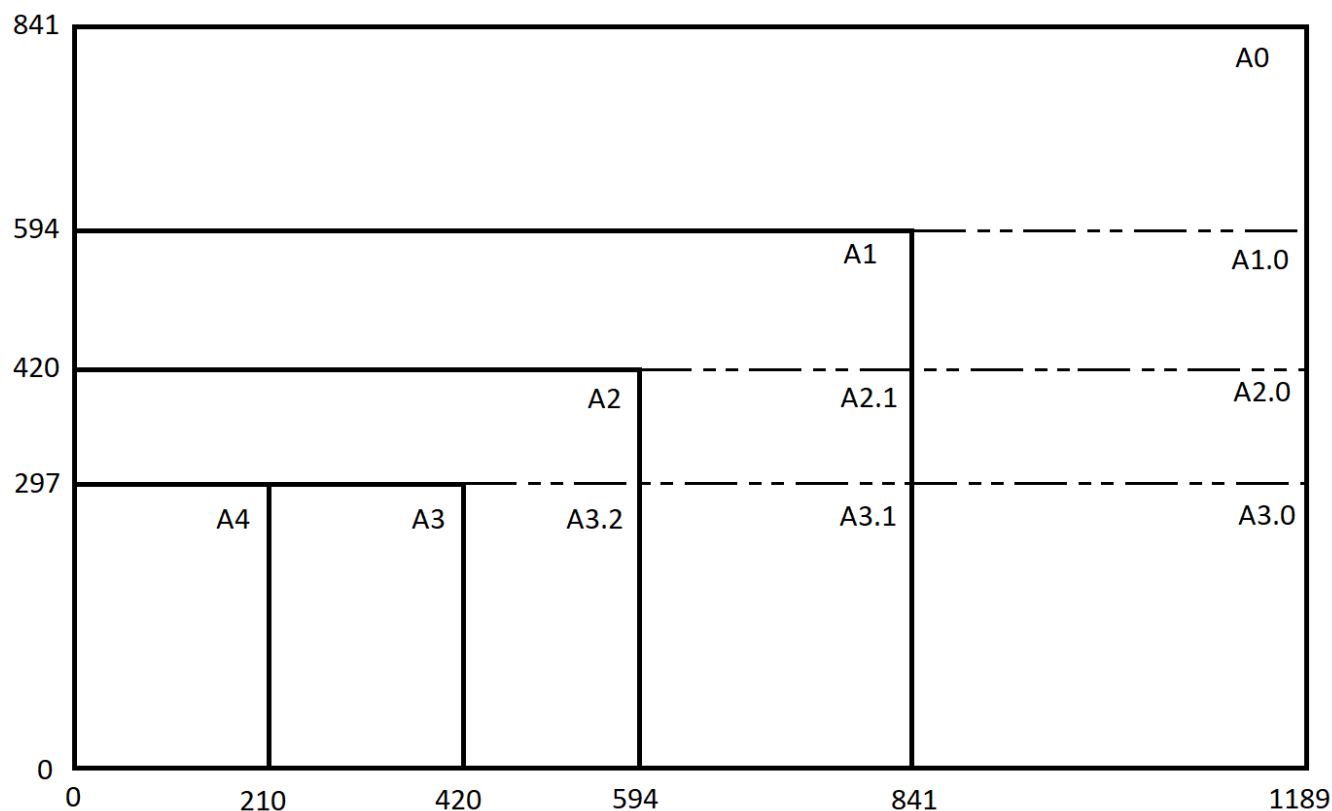
Místo pro doplňující informace

Vysvětlivky k výkresu, legendy

Popisové pole



Formáty výkresů – prodloužené formáty ČSN EN ISO 5457





Výjimečně prodloužené formáty

Označení	Rozměry
A0x2	1189x1682
A0x3	1189x2523
A1x3	841x1783
A1x4	841x2378
A2x3	594x1261
A2x4	594x1682
A2x5	594x2102
A3x5	420x1486
A3x6	420x1783
A3x7	420x2080
A4x6	297x1261
A4x7	297x1471
A4x8	297x1682
A4x9	297x1892



Popisové pole

Roz. - Polot.						Presnost Tolerovani		
		c)		Mater.		Tr. odp		
		b)		C. hm		Hr. hm.		
		a)		 TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI www.tul.cz				
Zmena		Datum	Index					Podpisy
Meritko	Pozn.	Navrhl		Nazev Cis. vykresu				
		Kreslil						
		Prezkousel						
C. seznamu		Technolog		list 1 listul				
C. sestavy		Normaliz.						
Stary vykr.		Schvalil						
Novy vykr.		Datum	09-01-2019					

Změny v CAD dokumentaci

INDEX	UMÍSTĚNÍ	POPIS	DATUM	PODPIS



Šablony výkresů

Pro efektivní práci si firmy vytvářejí šablony výkresů, kde mají předdefinovány veškeré parametry výkresu (rámeček, popisové pole, tloušťky čar, písmo atd.). Tím je zaručen konzistentní stav výkresové dokumentace.



Bezvýkresová dokumentace

V současné době získává na důležitosti 3D dokumentace. Současné softwary již umožňují definování tolerancí, drsností a dalších informací přímo v modelu,(sestavě, dílu). Pro správu dat bude jednoznačně výhodnější zpravovat jedny data, nikoliv 3D a 2D dokumenty. Toto zcela eliminuje neshodu mezi 2D a 3D dokumentací.

<https://www.cad.cz/pdmplm/86-pdmplm/4632-bezvykresova-dokumentace-nastupujici-realita.html>

Závěr

Výkresová dokumentace je v současné době spolu s 3D model zdrojem veškerých informací pro výrobu produktu. Preciznost a správnost provedení je základním předpokladem pro bezproblémovou produkci. Je nutné zdůraznit, že tato dokumentace je živá po celou dobu produkce a že jde o výsledek technické kooperace v rámci všech zúčastněných stran.

Kontrolní otázky:

- Vysvětlete pojem čistota CAD dat.
- Popište normu ISO 2768.
- Jakým způsobem definujeme změny v CAD dokumentaci.

Příští přednáška bude na téma

„Kótování ve výkresové dokumentaci“

Děkuji za pozornost

Použitá literatura a zdroje informací:

<https://www.systemonline.cz/automotive-it-pro-automobilovy-prumysl/propojeni-erp-systemu-karat-s-pdm-systemem-smarteam-v-modelarne-liaz.htm?mobilelayout=false>

<https://www.cad.cz/pdmplm/86-pdmplm/4632-bezvykresova-dokumentace-nastupujici-realita.html>