

2. VELIČINY, JEJICH JEDNOTKY A ZÁKLADNÍ VÝPOČTY POUŽÍVANÉ PŘI ZPRACOVÁNÍ PAPÍRU A LEPENKY

Měřitelné veličiny, kterými popisujeme vlastnosti papíru a lepenky, jsou plošná hmotnost, objemová hmotnost a tloušťka. Rozměry archů papíru a lepenky jsou normalizované. Normalizace má svůj řád a odpovídá pracovním šířkám papírenských strojů.

Ve výrobní praxi se používají výpočty, které jsou potřebné pro evidenci, programování výroby a spotřeby materiálu, pro evidenci výkonů i pro vypočítávání různých technologických údajů.

2.1. PLOŠNÁ HMOTNOST, OBJEMOVÁ HMOTNOST A TLOUŠŤKA PAPÍRU A LEPENKY

Plošná hmotnost

Plošná hmotnost je nejdůležitější vlastností papíru, kartónu a lepenky; podle ní se papíry nakupují, protože plošná hmotnost ovlivňuje použití určitého druhu papíru, kartónu nebo lepenky pro daný výrobní účel.

Plošná hmotnost určuje hmotnost 1 m² papíru, kartónu nebo lepenky.

Jednotkou plošné hmotnosti je **g m⁻²** (dříve značeno **g/m²**). Plošná hmotnost se značí **m_s** a vypočítá se podle vzorce:

$$m_s = \frac{m}{s} \cdot 10^4 \quad [\text{g m}^{-2}],$$

kde **m** je hmotnost váženého vzorku v **g**, **s** je plocha vzorku v **cm²** a **10⁴** je koeficient převodu na **m²**.

Zjišťuje se za předepsaných podmínek podle ČSN na kvadrantních váhách, na jejichž stupnici lze číst přímo hodnoty v **g m⁻²**. Zkoušený vzorek se přiřízne podle šablon určitého rozměru, které jsou součástí vybavy těchto vah. V laboratorních podmínkách se vzorky klimatizují a váží v klimatizovaném prostředí.

Pro rychlé zjištění plošné hmotnosti se v běžné výrobní praxi používají kvadrantní váhy. Zkušební pracovníci ji však umí poměrně spolehlivě určit i hmatem.

Plošná hmotnost je kolísavá, ovlivňuje ji obsah vlhkosti v papíru a lepence. Objektivní srovnatelnost různých materiálů je možné zjistit jen v laboratorních podmínkách a s klimatizovanými vzorky.

Floušťka

Floušťka např. papíru je kolmá vzdálenost mezi jeho protilehlými povrchy. Měří se s ohledem na stlačitelnost vláknitých struktur za předepsaného měřicího tlaku a udává se v **mm** nebo **m**. Značí se písmenem **t**. Floušťka je významným ukazatelem vlastností papíru a lepenky. Je důležitá pro seřizení strojů, na nichž se zpracovávají.

Floušťka se měří floušťkoměrem. Vzorek se vkládá mezi dvě rovnoběžné dotykové plochy, z nichž horní je ve svislém směru pohyblivá. Její pohyb se mechanicky převádí na ukazatel a výsledek se čte na kruhové stupnici.

Objemová hmotnost

Objemová hmotnost je podíl hmotnosti daného materiálu a jeho celkového objemu. Vypočítá se z plošné hmotnosti materiálu a jeho floušťky. Udává se v **kg m⁻³** (dříve **kg/m³** nebo **g/dm³**). Přes shodný rozměr nejde o hustotu ve fyzikálním smyslu, protože u papíru a lepenky jako nehomogenních materiálů nelze jednoduchým způsobem určit přesný objem.

Objemová hmotnost nepřímo vyjadřuje pórovitost, tzn. v jaké míře je objemová jednotka papíru nebo lepenky vyplněna vláknitými a nevláknitými složkami a jaká část tohoto objemu je vyplněna vzduchem. U běžných druhů je přibližně 50 % objemu vyplněno vzduchem.

Objemová hmotnost závisí na druhu použité vlákniny, na obsahu nevláknitých surovin, na stupni mletí a stupni odvodnění na sítu, na intenzitě lisování a na způsobu hlazení.

Objemová hmotnost se značí ρ_v . Vypočítá se z floušťky papíru a plošné hmotnosti podle vzorce:

$$\rho_v = \frac{m_s}{t} \quad [\text{kg m}^{-3}],$$

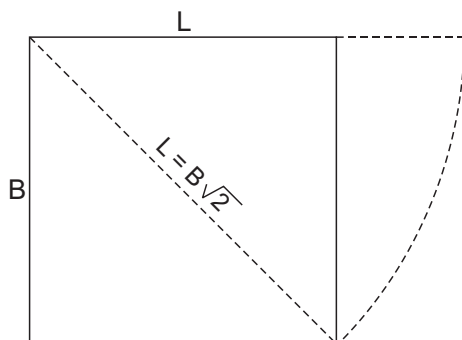
kde m_s - plošná hmotnost papíru (lepenky) (**g m⁻²**) a t - floušťka papíru (lepenky) (**mm**). Objemová hmotnost se pohybuje od 400 **kg m⁻³** (filtrační papíry), přes 650 **kg m⁻³** (novinové papíry, strojní a skládačkové lepenky) do 1.400 **kg m⁻³** (pergamen). Dosadí-li se plošná hmotnost m_s v **g m⁻²** a floušťka t v **mm**, vychází objemová hmotnost v **kg m⁻³**.

2.2. NORMALIZACE ROZMĚRŮ PAPIŘU

Normalizace rozměrů archů papíru je základem pro určování pracovních šířek tiskových a zpracovatelských strojů a pro normalizaci některých trvale opakovaných výrobků vyráběných v papírenském a polygrafickém průmyslu.

Základní soustava normalizovaných formátů papíru je založena na takovém poměru stran archu, který půlením formátu zůstane zachován. Tuto podmínku splňují obdélníky, jejichž kratší strana se rovná základně čtverce a delší strana úhlopříčce tohoto čtverce. Poměr stran je tedy

$$B : L = 1 : \sqrt{2}$$



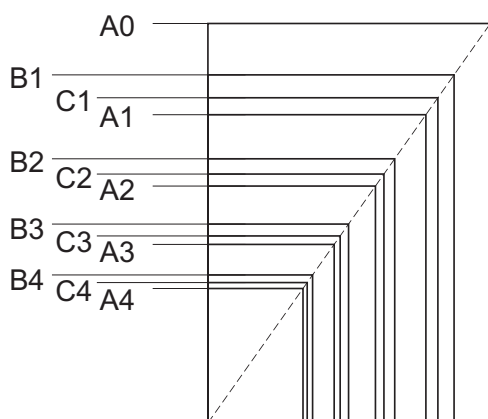
Obr. 1

Poměr stran normalizované řady papíru

Normalizované řady

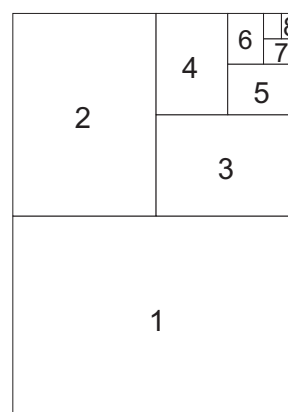
Hlavní řadou je řada A (tab. 1). Další dvě řady B a C jsou řadami doplňkovými. Geometrická podobnost obdélníků všech řad a velikostí umožňuje jejich seřazení tak, že mají společnou úhlopříčku (obr.2). Formáty řady B (tab. 2) jsou v geometrických středech mezi formáty řady A. Formáty řady C (tab. 3) jsou v geometrických středech mezi formáty řady A a řady B. Kromě hlavní řady a doplňkových řad se používá pomocná řada D (tab. 4).

Normalizovaná rozměrová řada vzniká postupným půlením výchozího formátu (obr. 3)



Obr. 2

Geometrická podobnost obdélníků normalizovaných řad



Obr. 3

Znázornění dělení archů podle norm. řady

*Normalizované řady formátů archů papíru***Hlavní řada A**

Tabulka 1

Výchozí formát = A0 = obdélník L B = 1 m².

Označení	Rozměry (mm)	Počet formátů (m ²)	Plocha (m ²)
A0	841 × 1.189	1	0,99995
A1	841 × 594	2	0,49955
A2	420 × 594	4	0,24948
A3	420 × 297	8	0,12474
A4	210 × 297	16	0,06237
A5	210 × 148	32	0,03108
A6	105 × 148	64	0,01554
A7	105 × 74	128	0,00777
A8	52 × 74	256	0,00385

Hrubé formáty archů s rezervou na ořez:

Označení	Rozměry (cm)
RA0	86 × 122
RA1	86 × 61
RA2	43 × 61

Hrubé šíře kotoučů s rezervou na ořez

1,22 m	0,86 m	0,61 m	0,43 m
--------	--------	--------	--------

Doplňková řada B

Tabulka 2

Výchozí formát = B0 = obdélník s kratší stranou 1 m.

Hrubé formáty:

Označení	Rozměry (mm)
RB0	1.030 × 1.460
RB1	730 × 1.030

Označení	Rozměry (mm)	Plocha (m ²)
B0	1.000 × 1.414	1,414
B1	1.000 × 707	0,707
B2	500 × 707	0,353
B3	500 × 353	0,176
B4	250 × 353	0,088
B5	250 × 176	0,044
B6	125 × 176	0,022
B7	125 × 88	0,011
B8	62 × 88	0,005

Doplňková řada C

Tabulka 3

Výchozí formát = C0 = obdélník s delší stranou cca 1,3 m.

Hrubé formáty:

Označení	Rozměry (mm)
RC0	950 × 1.430
RC1	670 × 950

Označení	Rozměry (mm)	Plocha (m ²)
C0	917 × 1.297	1,189
C1	917 × 648	0,594
C2	458 × 648	0,297
C3	458 × 324	0,148
C4	229 × 324	0,074
C5	229 × 162	0,037
C6	114 × 162	0,018
C7	114 × 81	0,009
C8	57 × 81	0,005

Doplňková řada D

Tabulka 4

Výchozí formát = D0 = obdélník s delší stranou cca 1,1 m.

Označení	Rozměry (mm)	Plocha (m ²)
D0	771 × 1.090	0,840
D1	545 × 771	0,420
D2	385 × 545	0,210
D3	272 × 385	0,105
D4	192 × 272	0,052
D5	136 × 192	0,026
D6	96 × 136	0,013
D7	68 × 96	0,007
D8	48 × 68	0,003

2.3 VÝPOČTY POUŽÍVANÉ PŘI ZPRACOVÁNÍ PAPÍRU A LEPENKY

V technologické praxi nejsou vždy k dispozici potřebné údaje pro výpočet spotřeby materiálu, zjištění množství archů pro určení rozměrů kotoučů a stohů papíru nebo lepenky, popřípadě zjištění hmotnosti, objemové hmotnosti, plošné hmotnosti, tloušťky či jiných veličin. Nemohou-li se tyto údaje zjistit měřením, vážením nebo jednoduchým počítáním, lze si pomoci výpočty.

Mezi jednotlivými veličinami existuje určitá závislost. Ze známých veličin lze pomocí vzorců vypočítat veličiny hledané.

Pro výpočet těchto veličin (tab. 5) se používají příslušné vzorce (tab. 6).

Přehled veličin a měřících jednotek při zpracování papíru a lepenky

Tabulka 5

Značka veličiny	Název veličiny	Měřící jednotky
S	plošný obsah, obsah	m ² , cm ²
m	hmotnost	g, kg, t
m _s	plošná hmotnost	g m ⁻²
ρ _v	objemová hmotnost	kg m ⁻³ , kg dm ⁻³ , g cm ⁻³
t	tlošťka papíru (lepenky)	mm
m _a	hmotnost archu	g
m _k	hmotnost kotouče (bez dutinky)	kg, t
L	délka archu	mm, cm, m
B	šířka archu	mm, cm, m
d ₁	vnější průměr kotouče	mm, cm, m
d ₂	vnější průměr dutinky	mm, cm
B _k	šířka kotouče	mm, cm, m
H _b	výška stohu papíru (lepenky)	mm, cm, m
m _b	hmotnost balíku (stohu)	kg, t
X _a	počet archů	-
b _m	počet běžných metrů papíru v kotouči	m
L _p	délka pásu papíru v kotouči	m
X(m ² t ⁻¹)	počet čtverečných metrů na 1 t	-
X _{at}	počet archů na 1 t	-
L _v	délka návínu	m

Přehled vzorců pro výpočet hledaných veličin a výsledných jednotek

Tabulka 6

Hledaná veličina		Dané veličiny			Vzorec pro hledanou veličinu	Výsledná jednotka
Název	Značka	Názvy	Značky	Jednotky		
Hmotnost archu	m _a	plošný obsah archu	S	cm ⁻²	$m_a = \frac{S m_s}{10000} = 10^{-4} S m_s$	g
		plošná hmotnost	m _s	g m ⁻²		

pokračování tabulky 6

Hledaná veličina		Dané veličiny			Vzorec pro hledanou veličinu	Výsledná jednotka
Název	Značka	Názvy	Značky	Jednotky		
Hmotnost archu	m_a	obsah archu	S	m^2	$m_a = S m_s$	g
		plošná hmotnost	m_s	$g\ m^{-2}$		
Plošný obsah archu	S	hmotnost archu	m_a	g	$S = \frac{10^4 m_a}{m_s}$	cm^2
		plošná hmotnost	m_s	$g\ m^{-2}$		
		hmotnost archu	m_a	g	$S = \frac{m_a}{m_s}$	m^2
		plošná hmotnost	m_s	$g\ m^{-2}$		
Plošná hmotnost	m_s	hmotnost archu	m_a	g	$m_s = \frac{m_a}{S}$	$g\ m^{-2}$
		plošný obsah archu	S	m^2		
		hmotnost archu	m_a	g	$m_s = \frac{m_a 10^4}{S}$	$g\ m^{-2}$
		plošný obsah archu	S	cm^2		
		objemová hmotnost	ρ_v	$kg\ dm^{-3}$	$m_s = 10^3 \rho_v t$	$g\ m^{-2}$
		tloušťka archu	t	mm		
objemová hmotnost	ρ_v	$kg\ m^{-3}$	$m_s = \rho_v t$	$g\ m^{-2}$		
tloušťka archu	t	mm				
Objemová hmotnost	ρ_v	plošná hmotnost	m_s	$g\ m^{-2}$	$\rho_v = \frac{m_s}{10^3 t}$	$kg\ dm^{-3}$
		tloušťka archu	t	mm		

pokračování tabulky 6

Hledaná veličina		Dané veličiny			Vzorec pro hledanou veličinu	Výsledná jednotka																																																												
Název	Značka	Názvy	Značky	Jednotky																																																														
Objemová hmotnost	ρ_V	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	$\rho_V = \frac{m_s}{t}$	kg m^{-3}																																																												
		tloušťka archu	t	mm			Tloušťka archu	t	objemová hmotnost	ρ_V	kg dm^{-3}	$t = \frac{m_s}{10^3 \rho_V}$	mm	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	objemová hmotnost	ρ_V	kg m^{-3}	$t = \frac{m_s}{\rho_V}$	mm	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	Počet archů	X_a	hmotnost stohu	m_b	kg	$X_a = \frac{10^3 m_b}{L B m_s}$	ks	délka archu	L	m	šířka archu	B	m	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{10^3 H_b \rho_V}{m_s}$	ks	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	objemová hmotnost	ρ_V	kg dm^{-3}	výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b \rho_V}{m_s}$	ks	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	objemová hmotnost	ρ_V	kg m^{-3}	výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b}{t}$
Tloušťka archu	t	objemová hmotnost	ρ_V	kg dm^{-3}	$t = \frac{m_s}{10^3 \rho_V}$	mm																																																												
		plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}					objemová hmotnost	ρ_V	kg m^{-3}	$t = \frac{m_s}{\rho_V}$	mm	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	Počet archů	X_a	hmotnost stohu	m_b	kg	$X_a = \frac{10^3 m_b}{L B m_s}$	ks	délka archu			L	m	šířka archu			B	m	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{10^3 H_b \rho_V}{m_s}$	ks	plošná hmotnost	m_s			g m^{-2}	objemová hmotnost	ρ_V	kg dm^{-3}	výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b \rho_V}{m_s}$	ks			plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	objemová hmotnost	ρ_V	kg m^{-3}	výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b}{t}$
		objemová hmotnost	ρ_V	kg m^{-3}	$t = \frac{m_s}{\rho_V}$	mm																																																												
		plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}			Počet archů	X_a	hmotnost stohu	m_b	kg	$X_a = \frac{10^3 m_b}{L B m_s}$	ks	délka archu	L	m			šířka archu	B	m			plošná hmotnost			m_s	g m^{-2}	výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{10^3 H_b \rho_V}{m_s}$	ks	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	objemová hmotnost	ρ_V	kg dm^{-3}			výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b \rho_V}{m_s}$	ks	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	objemová hmotnost	ρ_V	kg m^{-3}			výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b}{t}$	ks	tloušťka papíru	t	mm				
Počet archů	X_a	hmotnost stohu	m_b	kg	$X_a = \frac{10^3 m_b}{L B m_s}$	ks																																																												
		délka archu	L	m																																																														
		šířka archu	B	m																																																														
		plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}					výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{10^3 H_b \rho_V}{m_s}$	ks	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}			objemová hmotnost	ρ_V	kg dm^{-3}	výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b \rho_V}{m_s}$	ks	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	objemová hmotnost	ρ_V	kg m^{-3}	výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b}{t}$	ks	tloušťka papíru	t	mm																										
		výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{10^3 H_b \rho_V}{m_s}$	ks																																																												
		plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}																																																														
		objemová hmotnost	ρ_V	kg dm^{-3}					výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b \rho_V}{m_s}$	ks	plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}	objemová hmotnost	ρ_V	kg m^{-3}	výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b}{t}$	ks	tloušťka papíru	t	mm																																							
		výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b \rho_V}{m_s}$	ks																																																												
plošná hmotnost	m_s	g m^{-2}																																																																
objemová hmotnost	ρ_V	kg m^{-3}	výška stohu	H_b			mm	$X_a = \frac{H_b}{t}$	ks	tloušťka papíru	t	mm																																																						
výška stohu	H_b	mm	$X_a = \frac{H_b}{t}$	ks																																																														
tloušťka papíru	t	mm																																																																

pokračování tabulky 6

Hledaná veličina		Dané veličiny			Vzorec pro hledanou veličinu	Výsledná jednotka
Název	Značka	Názvy	Značky	Jednotky		
Počet archů na 1 t	X_{at}	délka archu	L	m	$X_{at} = \frac{10^6}{LBm_s}$	ks
		šířka archu	B	m		
		plošná hmotnost	m_s	$g\ m^2$		
Výška stohu	H_b	tloušťka lepenky	t	mm	$H_b = X_a t$	mm
		počet archů	X_a	ks		
		plošná hmotnost	m_s	$g\ m^2$	$H_b = \frac{m_s X_a}{10^3 \rho_V}$	mm
		objemová hmotnost	ρ_V	$kg\ dm^{-3}$		
počet archů	X_a	ks				
Hmotnost stohu	m_b	plošná hmotnost	m_s	$g\ m^2$	$H_b = \frac{m_s X_a}{\rho_V}$	mm
		objemová hmotnost	ρ_V	$kg\ m^{-3}$		
		počet archů	X_a	ks		
Průměrná tloušťka archu	t	výška stohu	H_b	mm	$t = \frac{H_b}{X_a}$	mm
		délka archu	L	cm		
		šířka archu	B	cm		
		objemová hmotnost	ρ_V	$kg\ dm^{-3}$		

pokračování tabulky 6

Hledaná veličina		Dané veličiny			Vzorec pro hledanou veličinu	Výsledná jednotka
Název	Značka	Názvy	Značky	Jednotky		
Průměrná plošná hmotnost	m_{sp}	hmotnost stohu	m_b	kg	$m_{sp} = \frac{10^3 m_b}{X_a S}$	$g\ m^{-2}$
		počet archů ve stohu	X_a	ks		
		obsah archu	S	m^2		
Hmotnost kotouče	m_k	vnější průměr kotouče	d_1	cm	$m_k = \frac{\pi B_k (d_1^2 - d_2^2) \rho_v}{4 \times 10^3}$	kg
		vnější průměr dutinky	d_2	cm		
		objemová hmotnost	ρ_v	$kg\ dm^{-3}$		
		šířka kotouče	B_k	cm		
Plocha papíru v kotouči	S	hmotnost kotouče	m_k	kg	$S = \frac{10^3 m_k}{m_s}$	m^2
		plošná hmotnost	m_s	$g\ m^{-2}$		
		vnější průměr kotouče	d_1	cm	$S = \frac{\pi (d_1^2 - d_2^2) B_k}{40t}$	m^2
		vnější průměr dutinky	d_2	cm		
tloušťka papíru	t	mm				
Délka pásu papíru v kotouči	L_p	hmotnost koutouče	m_k	kg	$L_p = \frac{10^3 m_k}{m_s B_k}$	m
		plošná hmotnost	m_s	$g\ m^{-2}$		
		šířka kotouče	B_k	m		

pokračování tabulky 6

Hledaná veličina		Dané veličiny			Vzorec pro hledanou veličinu	Výsledná jednotka
Název	Značka	Názvy	Značky	Jednotky		
Délka pásu papíru v kotouči	L_p	vnější průměr kotouče	d_1	cm	$L_p = \frac{\pi(d_1^2 - d_2^2)}{40t}$	m
		vnější průměr dutinky	d_2	cm		
		tloušťka papíru	t	mm		
Průměr koutouče	d_1	hmotnost koutouče	m_k	kg	$d_1 = \sqrt{\left(\frac{4000m_k}{\pi B_k \rho_V} + d_2^2\right)}$	cm
		šířka koutouče	B_k	cm		
		objemová hmotnost	ρ_V	kg dm ⁻³		
		vnější průměr dutinky	d_2	cm		
Počet čtverečných metrů na 1 t	$X_{m^2t^{-1}}$	plošná hmotnost	m_s	g m ⁻²	$X_{m^2t} = \frac{10^6}{m_s}$	m ²

2.4. VÝMĚR PŘÍŘEZU DO ARCHU

Hospodárné využití materiálu je podmíněno vhodnou volbou rozměru archu (šíře koutouče) a správným výměrem přířezu do archu (do šíře koutouče).

Pro výměr přířezu (výseku nebo užitku) do archu (do šíře koutouče) je důležité, je-li určen směr výroby papíru nebo lepenky.

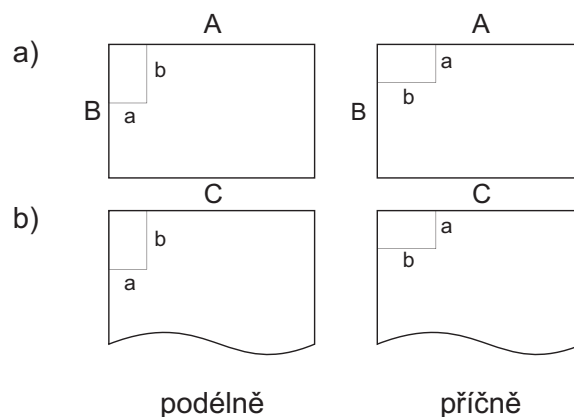
Není-li směr výroby určen, vyměřuje se umístění přířezu do archu (do šíře koutouče) v příčném i podélném směru a volí se vhodnější a ekonomičtější řešení.

Má-li přířez rozměr $a \cdot b$ a arch rozměry $A \cdot B$ (obr. 4), pak se počet přířezů, které lze umístit do archu (počet užitků), vypočítá postupem:

$$\left[\frac{A}{a} \right] \cdot \left[\frac{B}{b} \right] = \text{počet užitků}$$

$$\left[\frac{A}{b} \right] \cdot \left[\frac{B}{a} \right] = \text{počet užitků}$$

Podle výsledků lze volit vhodnější řešení.



Obr. 4

Výměr přířezů do rozměrů archu a šíře kotouče
a - znázornění umístění přířezů do plochy archu
b - znázornění umístění přířezů do šíře kotouče

Podle výsledků lze volit vhodnější řešení.

Při umísťování přířezu do šíře kotouče **C** je postup výměru následující:

$$\left[\frac{C}{a} \right] \left[\frac{L}{b} \right] = \text{počet užitků pro rozmístění podélně}$$

$$\left[\frac{C}{b} \right] \left[\frac{L}{a} \right] = \text{počet užitků pro rozmístění příčně}$$

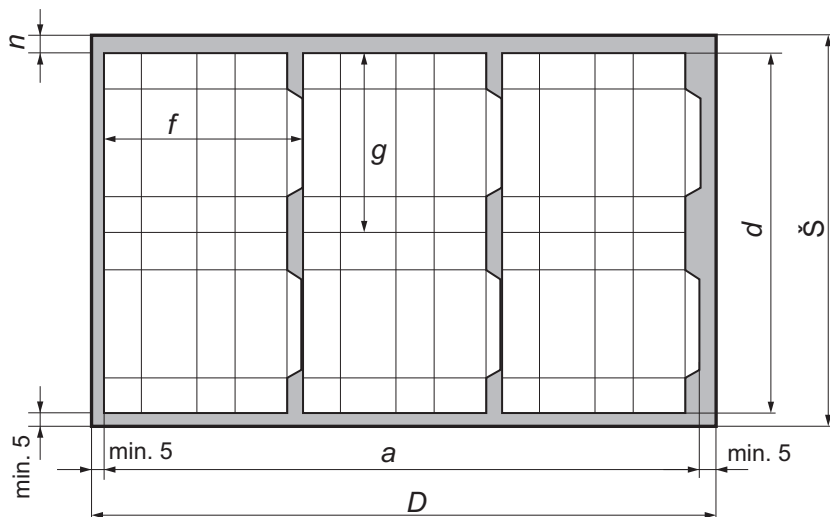
U rozmístění přířezů do kotouče, je vždy výhodnější varianta, u které je užší pás zbytku a to nezávisle na podílu L/b nebo L/a .

Pro optimální využití plochy archu nebo šíře kotouče se někdy kombinuje umístění dvou i více přířezů různých rozměrů.

V případě, že je potřebné dodržet na přířezu určený směr výroby, je pro výměr přířezu (užitku) do archu (**A B**) nebo do šíře kotouče **C** pouze jedna varianta řešení:

$$\left[\frac{A}{a} \right] \cdot \left[\frac{B}{b} \right] = \text{počet užitků z jednoho archu}; \quad \left[\frac{C}{a} \right] \left[\frac{L}{b} \right] = \text{počet užitků z kotouče}$$

Budou-li se přířezy vyrábět potiskem a vysekáváním planžetovými nástroji, musí být z plochy archu odečten nakládací okraj a rozměry výseků nemohou dosahovat až k okraji stran archu. Počet užitků se potom vypočítává do plochy archu zmenšené o nakládací okraj a o nezbytné okraje na obvodu archu (viz. obr. 5).



Obr. 5

Využitelná plocha archu lepenky potiskovaného
a vysekávaného planžetovým nástrojem

Postup při výměru:

Vzhledem k nutnému zachování směru výroby je pouze jedna varianta umístění přířezu do archu.

- ✎ Využitelná délka $a = D - 2$ (minimálně 5 mm).
- ✎ Využitelná šíře $d = Š - (n + \text{minimálně } 5 \text{ mm})$.
- ✎ Délka přířezu - f
- ✎ Šířka přířezu - g
- ✎ Nakládací okraj - n

Výměr do využitelné části archu:

$$\left[\frac{a}{f} \right] \cdot \left[\frac{d}{g} \right] = \text{počet užitků}$$

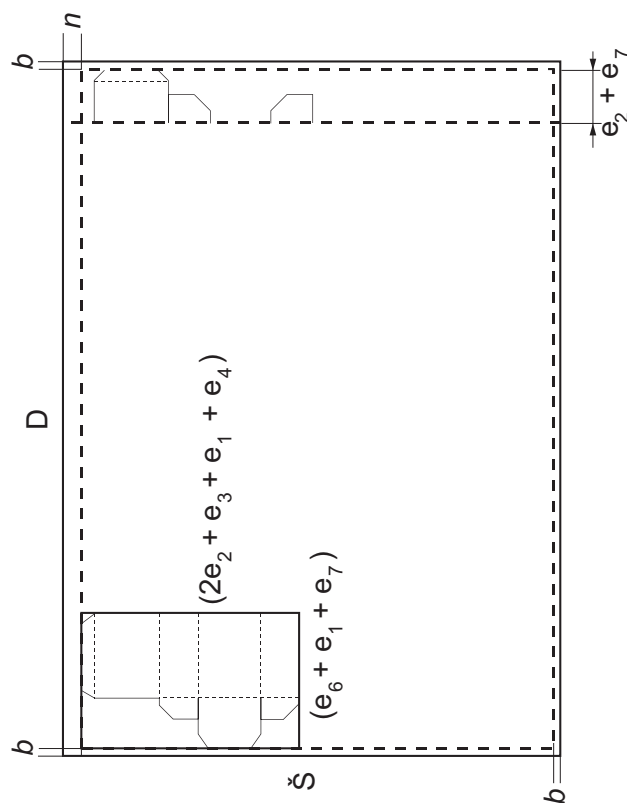
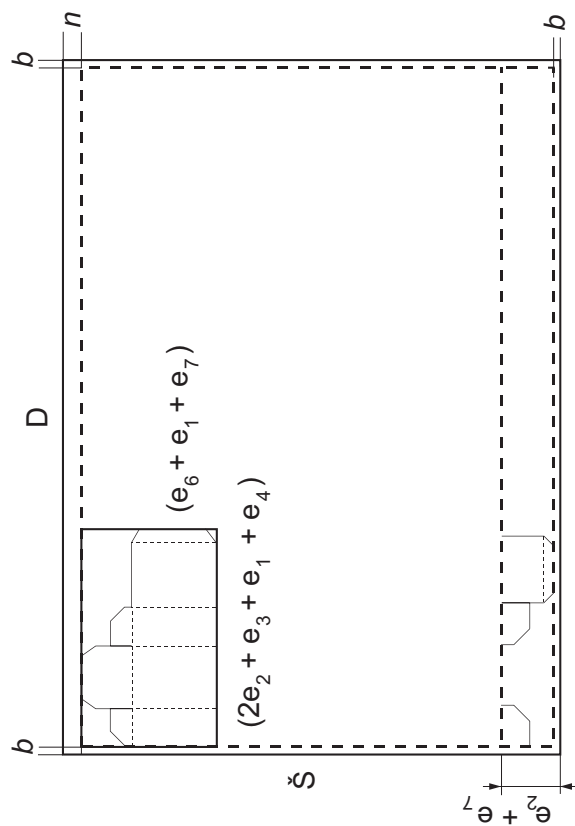
Podobně lze kombinovat umístění tří i více přířezů rozdílných rozměrů do formátu archu nebo do šířky kotouče.

Výpočet užiteků umístěných do plochy archu u skládačky se zásuvnou klopou (v obou směrech výroby)

D = délka archu
 Š = šířka archu

n = nakládací okraj
 b = okraj

Počet užiteků = X
 (e1 až e7 = viz. konstrukční řešení lepenkových obalů)



$$X = \left[\frac{D - 2b}{(2e_2 + e_3 + e_1 + e_4)} \right] \times \left[\frac{\dot{S} - (n + b + e_2 + e_7)}{(e_6 + e_2 + e_7)} \right]$$

$$X = \left[\frac{D - (2b + e_2 + e_7)}{(e_6 + e_2 + e_7)} \right] \times \left[\frac{\dot{S} - (n + b)}{(2e_2 + e_3 + e_1 + e_4)} \right]$$

2.5. VÝPOČET SPOTŘEBY MATERIÁLU

Materiál představuje u výrobků z papíru a lepenky rozhodující část výrobních nákladů. Proto se jeho spotřebě věnuje mimořádná pozornost.

Spotřebu papíru nebo lepenky určuje **spotřební norma materiálu** na výrobek. Norma stanoví podle výrobních podmínek (podle druhu použitého materiálu, způsobu výroby a konstrukčního řešení výrobku) množství materiálu nezbytného pro výrobu. Celkové množství potřebné na výrobu se nazývá **hrubou spotřebou**.

Hrubá spotřeba je celkové množství materiálu, které je zapotřebí pro výrobu určitého množství výrobků. Zahrnuje přídavky na materiálový výmět a na technologické ztráty.

Materiálový výmět je vlastně podíl vadného materiálu (uváděný v %), který na kvalitní výrobu nelze zpracovat, a musí se tedy vyřadit. Procentuální podíl výmětu nesmí přesahovat toleranci závad, které pro daný materiál připouští norma.

Technologické ztráty jsou dvojího druhu. Ztráty vznikající při zpracování materiálu, např. nakládací okraje nutné pro vedení archů strojem, odpaření těkavého rozpouštědla z barvy, odpaření vody z lepidla, nezbytné ořezy stohů papíru, lepenky, okrajů kotoučů, výmět a odpad vznikající při seřizování stroje na soutisk barev, rejstřík potisku s tvarem obalu apod. Tyto ztráty se nazývají technologicky nutné - **nezaviněné**. Lze je snižovat technickými opatřeními. Druhou skupinu představují ztráty, které nejsou technologicky nutné - ztráty **zaviněné**. Tyto ztráty na materiálu vznikají ve výrobním procesu z různých příčin a jejich rozsah je ovlivněn péčí, svědomitostí a odbornou kvalifikací všech pracovníků. Jsou to ztráty vzniklé poškozením nebo znehodnocením materiálu a zaviněné poruchou stroje, nepřesným seřízením, znečištěním barvou, lepidlem, mazacím tukem apod. Ztráty na materiálu vznikají i při nedbalé dopravě a manipulaci ve výrobním procesu, kdy se materiál nebo polotovary poškodí.

Vadné výrobky, které ve výrobním procesu vzniknou, se musí vyřadit jako **zmetky**, popř. některé zařadit do druhé jakostní třídy.

Zaviněné ztráty lze snižovat kvalitnější prací, svědomitějším sledováním průběhu výrobních procesů, zvyšováním odborné kvalifikace pracovníků.

Při zajišťování výroby je nutné s technologickými ztrátami počítat. Zpravidla jsou určovány normovaným procentem buď pro technologický postup, nebo pro celý výrobní proces.

Čistá spotřeba je množství materiálu obsažené v hotovém výrobku nebo ve vyrobené sérii. Je to množství zjistitelné na základě přesného měření a výpočtu ploch, počtu kusů, plošné hmotnosti použitých materiálů, množství lepidla v sušině apod. V praxi je často přepočítávána hrubá a čistá spotřeba z hmotnostních jednotek na počty přepravních palet. Tyto údaje jsou důležité pro zajištění dopravy, skladování apod.

*Výpočty spotřeby surovin a jejich výtěžnosti***Označení veličin:**

- H_{sp} - hrubá spotřeba v kg, nebo v počtu archů,
 E_{sp} - čistá spotřeba v kg,
 O - celkový odpad v kg,
 x - počet výrobních dílů na archu (počet užitků),
 n - výměť v kusech (vadný materiál, který nelze zpracovat a musí se vyřadit); (normuje se v %),
 u - normovaný přídavek na technologické ztráty v kusech; (normuje se v %),
 Z - velikost výrobní série - počet kusů,
 m_s - plošná hmotnost lepenky (papíru) v g m²,
 S_a - plocha archu v m²,
 S_p - plocha přířezu (výrobního dílu, polotovaru) v m².

Výpočet hrubé spotřeby:

v arších: Počet archů - zaokrouhuje se směrem nahoru na celé archy. Při zpracování materiálu z kotouče se postupuje obdobně. Jedna strana archu je omezena šířkou kotouče a druhá délkou posuvu zpracovávaného pásu, raportem potisku nebo rozměrem nástroje.

$$H_{sp} = \frac{Z}{x} \left(\frac{100 + n + u}{100} \right) \quad (ks)$$

v hmotnosti: (kg)

$$H_{sp} = \left[\frac{Z}{x} + n + u \right] \cdot 10^{-3} S_a m_s \quad (kg)$$

Výpočet čisté spotřeby:

$$E_{sp} = 10^{-3} S_p m_s Z \quad (kg)$$

Odpad je rozdíl mezi hrubou a čistou spotřebou

$$O = H_{sp} - E_{sp} \quad (kg)$$

Výtěžnost archu (V_a):

$$V_a = \frac{S_p \cdot x}{S_a} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

Výtěžnost materiálu u výrobní série (V_s):

V odpadu jsou obsaženy všechny podíly materiálu, které vstoupily do výrobního procesu a nejsou obsaženy ve výrobku, resp. v jeho čisté spotřebě. Obsahuje výtěž, zmetkové výrobky a polotovary, makulatury, ořezy, odpady z archu vznikající tvarovým rozdílem mezi plochou archu a plochou přířezu (přířezů), nakládací okraje archů atd.

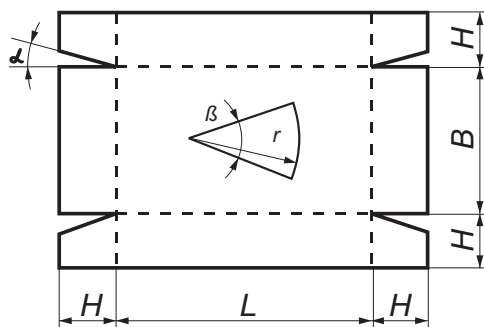
Výtěžnost je určena podílem čisté a hrubé spotřeby.

$$V_s = \frac{E_{sp}}{H_{sp}} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

Výtěžnost je důležitým ukazatelem spotřeby materiálu ve výrobě. Nízká výtěžnost musí vést k prověrce řešení výrobku a volby vhodného rozměru archu pro výrobu, ke snaze hledat vhodnější řešení umožňující zvýšení výtěžnosti materiálu.

Příklad výpočtu hrubé spotřeby a výtěžnosti

Má se vyrobit 250 000 kusů přířezů s výsekem ze šedé strojní lepenky plošné hmotnosti 600 g m^{-2} (obr. 6) z archů lepenky o rozměrech $70 \times 100 \text{ cm}$ a $73 \times 106 \text{ cm}$. Příklad na výtěž je 1% , na technologické ztráty $2,3 \%$ (nezáleží na směru výroby lepenky).



Obr. 6

Tvar a rozměrové proporce přířezu z lepenky

$$L = 184 \text{ mm}$$

$$B = 124 \text{ mm}$$

$$H = 28 \text{ mm}$$

$$\alpha = 15^\circ$$

$$\beta = 40^\circ$$

$$r = 67,5 \text{ mm}$$

Výpočet čisté plochy přířezu:

$$S_p = [(L + 2H) \cdot (B + 2H)] - \left[\frac{\pi r^2 \beta}{360} + 2(H^2 \operatorname{tg} \alpha) \right]$$

$$S_p = [240 \cdot 180] - 1.589,6 + 376,3 = 43.200 - 1.965 =$$

$$= 41.235 \text{ mm}^2$$

$$S_p = 412,35 \text{ cm}^2$$

Hmotnost přířezu: (G, kde S_p je v cm^2)

$$G = S_p \cdot m_s \cdot 10^{-4}$$

$$\{G\} = \frac{412,35 \cdot 600}{10000} = 24,74 = \frac{412,35 \cdot 600}{10000} = 24,74$$

$$G = 24,74 \text{ g}$$

Čistá spotřeba: v kg (kde G je v g)

$$E_{sp} = 10^{-3} (Z \cdot G)$$

$$\{E_{sp}\} = \frac{250000 \cdot 24,7}{1000} = 6175$$

$$E_{sp} = 6175 \text{ kg}$$

Hrubá spotřeba: v kg (kde S_a je v m^2)

$$H_{sp} = \left(\frac{Z}{x} + n + u \right) 10^{-3} S_a m_s$$

Výpočet množství archů (x) výměrem přířezu do archu $73 \times 106 \text{ cm}$ a $70 \times 100 \text{ cm}$

$$\left[\frac{70}{24} \right] \left[\frac{100}{18} \right] = 2 \cdot 5 = 10 \quad \left[\frac{70}{18} \right] \left[\frac{100}{24} \right] = 3 \cdot 4 = 12$$

$$\left[\frac{73}{24} \right] \left[\frac{106}{18} \right] = 3 \cdot 5 = 15 \quad \left[\frac{73}{18} \right] \left[\frac{106}{24} \right] = 4 \cdot 4 = 16$$

Volíme variantu 4, tj. arch 73×106 s přířezem naležato.

$$H_{sp} = \left(\frac{250000}{16} + 157 + 360 \right) \frac{0,774 \cdot 600}{1000} = 7489,88 = 7490$$

$$H_{sp} = 7490 \text{ kg}$$

Odpad:

$$O = H_{sp} - E_{sp}$$

$$O = 7490 - 6175 = 1315$$

$$O = 1\,315 \text{ kg}$$

Výtěžnost V_s :

$$V_s = \frac{E_{sp}}{H_{sp}} \cdot 100$$

$$V_s = \frac{6175}{7490} \cdot 100 = 82,44$$

$$V_s = 82,44 \%$$

2.6. KONTROLNÍ OTÁZKY

1. Jak se rozlišují zpracovatelské stroje podle způsobu mechanizace?
2. Které technologické postupy se používají při zpracování papíru a lepenky na obaly?
3. Co je plošná hmotnost papíru nebo lepenky?
4. Co je objemová hmotnost papíru nebo lepenky a jak se vypočítá?
5. Jaké výchozí rozměry mají archy řady A a B? Odvoďte rozměry A3, B4.
6. Popište postup výměru přířezu do archu.
7. Co je hrubá a čistá spotřeba materiálu?
8. Co je výtěžnost materiálu a jak se vypočítá?