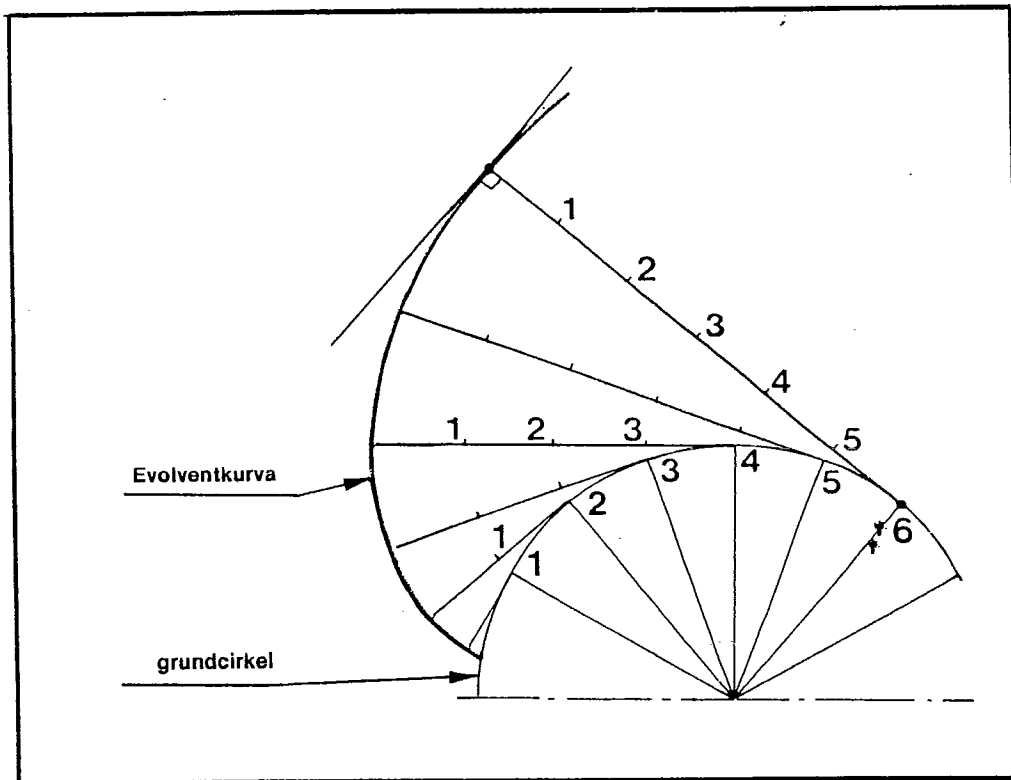


1.1 TEORI

Man skiljer mellan olika typer av kugghjul såsom cylindriska kugghjul, koniska kugghjul osv. Vi kommer här att behandla cylindriska kugghjul för växellådor liksom skruvväxelhjul även kallade snäckväxlar.

Cylindriska kugghjul finns i de flesta fordonsväxellådor. De är i allmänhet utförda med evolventkugg, dvs kuggflankerna har evolventkurvans profil. Se fig 1.



Figur 1

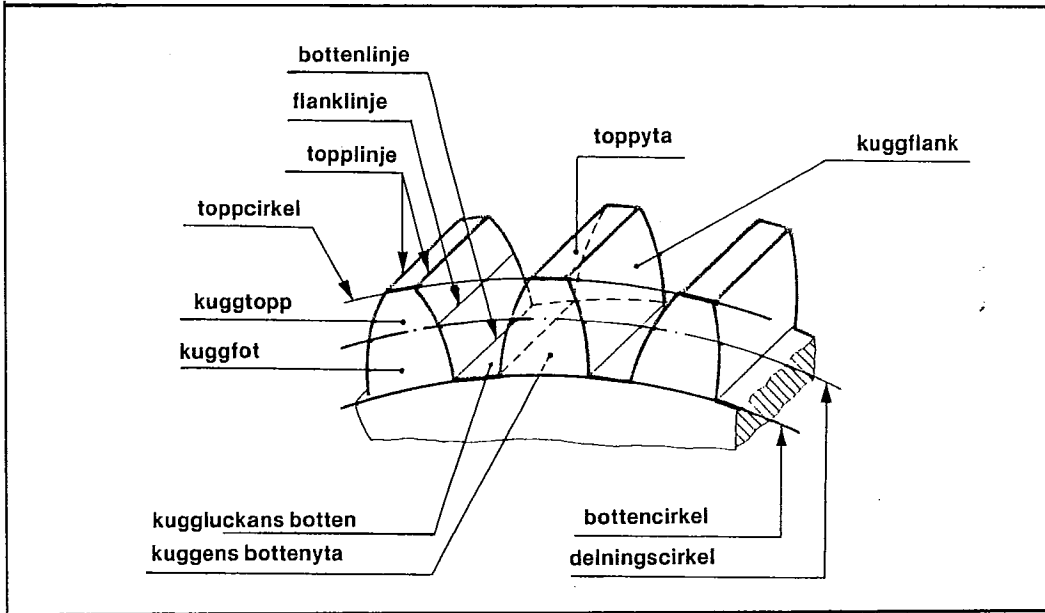
En evolventkurva genereras av en punkt på en rak linje som rullas på en cirkel (grundcirkeln) utan inbördes glidning. Man kan föreställa sig en tunn tråd som lindats runt en cylinder med diameter motsvarande grundcirkelns diameter. Om en penna fästes vid trådens ända och snöret sträcks och successivt förs ut från grundcirkeln kommer pennspetsen att rita en evolventkurva.

VANLID TRANSMISSION AB

216 16 MALMÖ

1.2 TERMINOLOGI

De vanligaste termerna för kugghjul illustreras i fig 2.



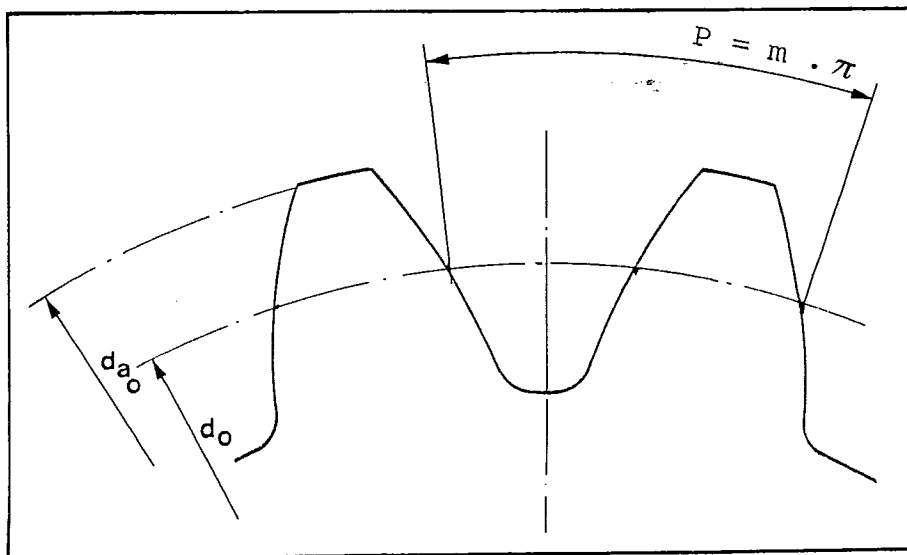
Figur 2

Modul m

Modulen definieras som förhållandet mellan kuggdelningen P och π :

$$m = \frac{P}{\pi}, \text{ dvs } P = m \cdot \pi$$

där P (kuggdelningen) utgör avståndet mellan motsvarande punkter på närliggande kuggars flanker, se fig 3.



Figur 3

Diametral delning (DP) utgör förhållandet mellan π och kuggdelningen P mätt i tum.

$$DP = \frac{\pi \cdot 25.4}{P} = \frac{25.4}{m}$$

Ingreppsvinkeln är en spetsig vinkel mellan en linje dragen från kugghjulets centrum i radiell riktning genom en punkt på kuggprofilen och en tangent i samma punkt. Ingreppsvinkeln vid delningsdiametern beräknas på följande sätt enligt formel se fig 4.

$$\cos \alpha = \frac{d_b}{d}$$

där d_b = grundcirkelns diameter
 d = delningsdiametern.

Pressvinkeln är en spetsig vinkel mellan en normal till delningslinjen och referensprofilen.

Grundcirkelns diameter d_b har sitt centrum på kugghjulets axel, och evolventen för kuggprofilen utgår från grundcirkelns diameter.

Delningsdiametern d utgör diametern hos delningscirkeln på basis av vilken kuggdelningen P beräknas

$$d = m \cdot z \quad (\text{omkretsen} = m \cdot \pi \cdot z)$$

där z = antalet tänder i kugghjulet.

Kugghjulets ytterdiameter d_a eller diametern av toppcirkeln kan vid okorrigerade kuggar beräknas enligt följande:

$$d_a = d + 2 \cdot m$$

$$d_a = m \cdot (z + 2)$$

Topphöjden h_a utgörs av kortaste avståndet mellan delningscirkel och toppcirkel

$$h_a = \frac{d_a - d}{2}$$

VANLID TRANSMISSION AB

216 16 MALMÖ

Vid tillverkning av okorrigerade kugghjul, gäller i allmänhet att $h_a = m$.

Fothöjden utgörs av kortaste avståndet mellan bottencirkeln och delningscirkeln

$$h_f = \frac{d - d_f}{2}$$

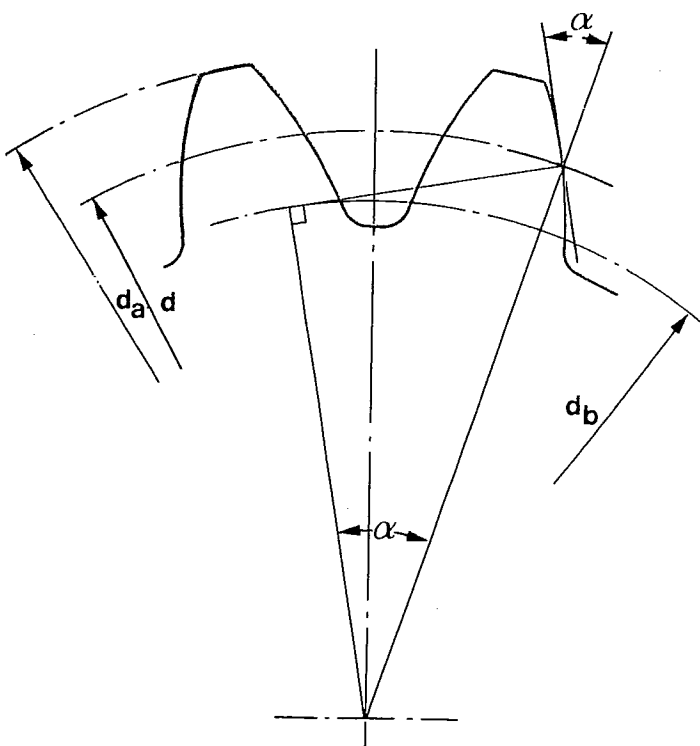
Vid tillverkning av okorrigerade kugghjul, gäller i allmänhet att

$$h_f = 1,25 \times m$$

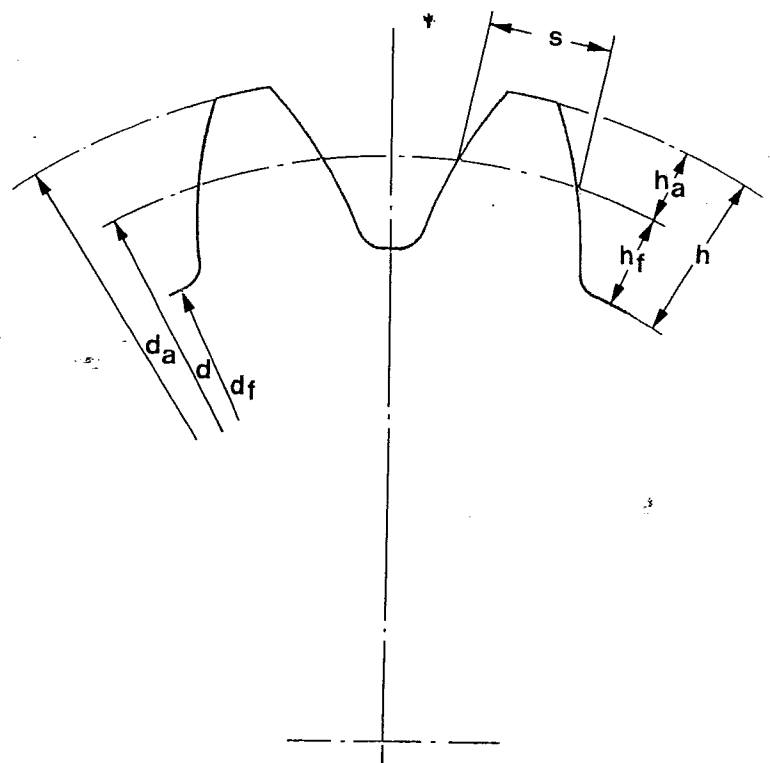
Kugghöjden h utgörs av kortaste avståndet mellan bottencirkel och toppcirkel.

$$h = \frac{d_a - d_f}{2}$$

Kuggtjocklek (s) är avståndet utefter angiven yta mellan en kuggs båda flanker i angivet snitt.



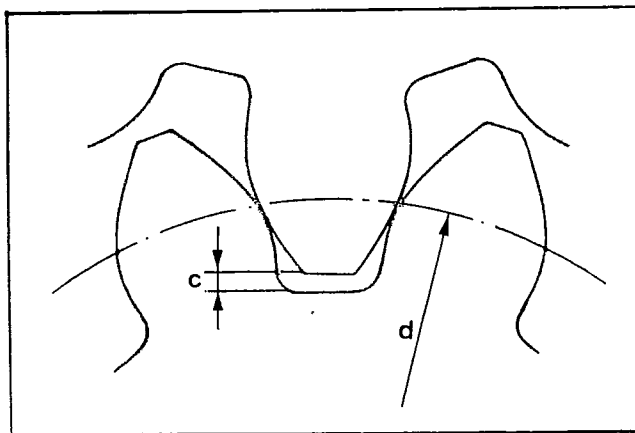
Figur 4



Figur 5

Bottenspel (c) är kortaste avståndet mellan ett kugghjuls botten-cirkel och mothjulets toppcirkel.

Som regel utgör botten spelet $c = 0,25 \times m$.

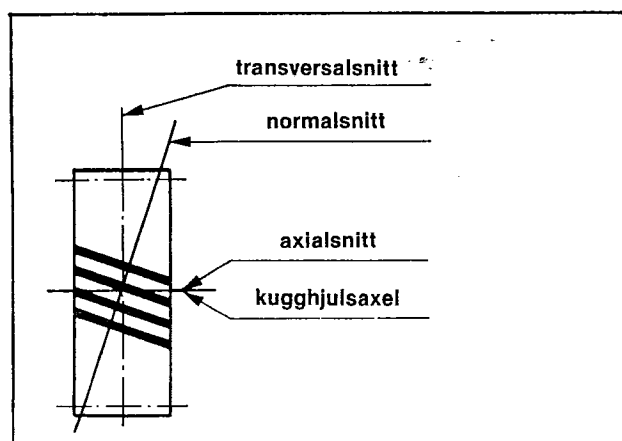


Cylindriska kugghjul utförs ofta med snedkugg, det innebär kugg vars flanklinjer bildar konstant vinkel med delningsytans generatris dvs kuggarna löper längs en sned vinkel, se fig 7. Kuggprofilen är därför ofta analyserad i olika snitt genom kugghjulet.

Normalsnitt - snitt vinkelrätt mot tangent till flanklinje i tangeringspunkten.

Transversalsnitt - ett snitt vinkelrätt mot kugghjulsaxeln.

Axialsnitt - snitt parallellt med kugghjulsaxeln.



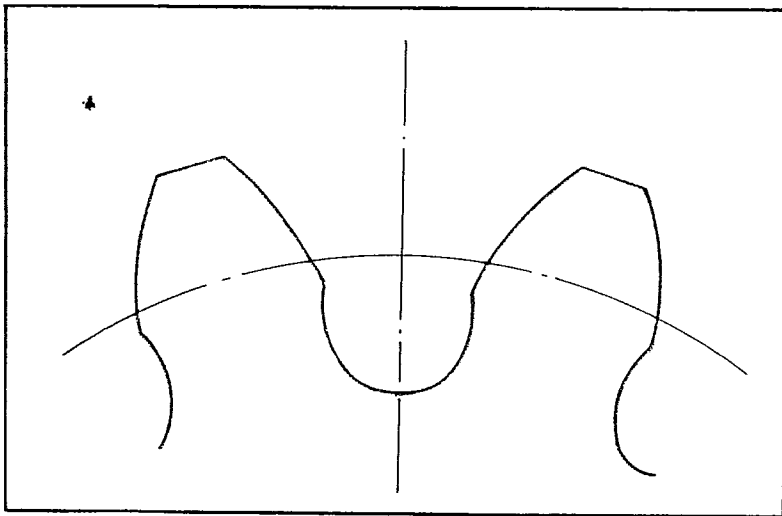
Figur 7

När modulen och ingreppsvinkeln anges för ett kugghjul anges de i allmänhet i normalsnitt.

1.3 PROFILFÖRSKJUTNING

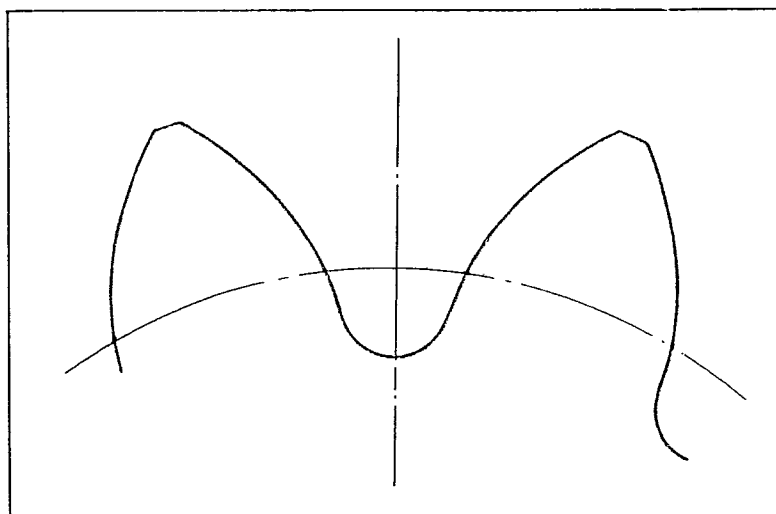
Kugghjul med litet kuggantal erhåller underskärning då de genereras (se fig 8), vilket innebär att kuggfoten erhåller ett försvagande urtag som är djupare ju mindre kuggantalet är. Kuggarna försvagas av ökande underskärning, och vid mycket små kuggantal, anses det allmänt att underskärningen försvagar kuggarna för mycket, så att man försöker kompensera detta genom "profilförskjutning" av kugghjulet.

Profilförskjutning innebär en ökning av ytterdiametern av ett kugghjul som har litet kuggantal, se fig 9. Ytterdiametern på det motgående kugghjulet måste reduceras i motsvarande grad för att centrumavståndet mellan kugghjulen ska kunna bibehållas. Om centrumavståndet kan utökas, kan det större kugghjulet utföras med normal dimension på diametern.



Underskuren kugg

Figur 8



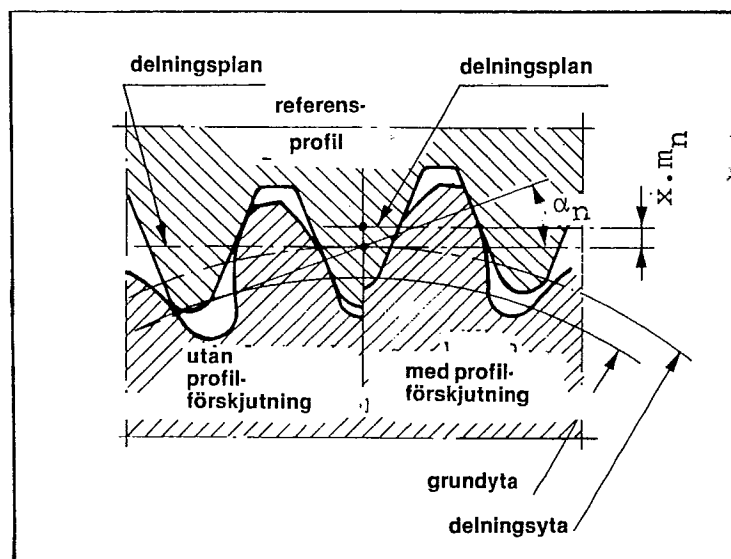
Pluskorrigerad kugg

Figur 9

Profilmförskjutningsfaktorn X utgör förhållandet mellan profilmförskjutning och modul.

Förändring av toppcirkel = $X \cdot m$ (i mm)

Se fig 10.



Figur 10

1.4 TOLERANSKLASSER FÖR KUGGHJUL

216 16 MALMÖ

Det tillämpade toleranssystemet omfattar 12 klasser, 1 till 12. Klass 1 anger så hög noggrannhet att det inte kan uppnås med nuvarande teknologi, medan klass 12 tillåter mycket stora avvikelser. Lämpliga toleransklasser för olika användningsområden ligger emellan dessa två extremer.

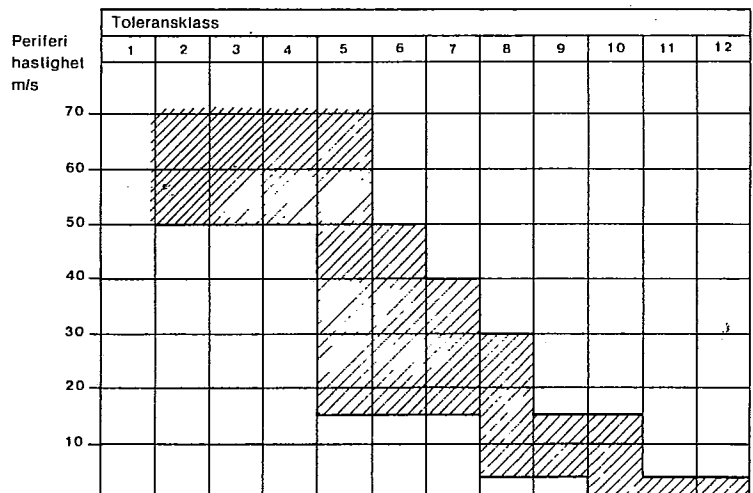
Tidigare erfarenheter bör tillgodogöras så lång möjligt vid val av toleransklass. Om sådan erfarenhet saknas kan figurerna 11, 12 och 13 ge viss vägledning.

	Toleransklass											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Masterhjul												
Turbiner												
Mätinstrument												
Personbilar												
Verktygsmaskiner												
Flygplan												
Precisionskonstruktioner												
Lastbilar, bussar, Pumpar												
Lokomotiv och andra spårbundna fordon												
Tryckerimaskiner Pappersmaskiner Gummiindustrimaskiner Valsverk												
Maskiner för kemisk industri												
Traktorer och liknande arbetsmaskiner Ångmaskiner												
Textilmaskiner												
Lyft- och transportutrustning Kontorsmaskiner												
Andra lantbruksmaskiner Kvarnar Maskiner för cementindustri Maskiner för skogsbruk och pappersindustri												

————— Normalt förekommande klasser
 - - - - - Toleransklasser som endast används i specialfall

Figur 11. Klassificering enligt användningsområde.

Figur 12. Klassificering enligt kugghjulets periferrihastighet.



Tillverkningsmetod	Toleransklass											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Avrullningsfräsning eller hyvling åtföljt av hårdning (utan efterföljande bearbetning)												
Kuggskavning följt av hårdning (utan efterföljande bearbetning)												
Avrullningsfräs. et. hyvling												
Kuggskavning												
Kuggskavning med speciell utrustning												
Kuggslipning												

Figur 13. Klassificering enligt tillverkningsmetod.