

dept E-DA
author A. Korporaal/hsh

MANUAL

Aanhaalmomenten en montagerichtlijnen voor flensverbindingen

approved by

function
Resource Manager

name
H.A.J. Boerboom

dept
E-DA

signature



certified:



Voor de Engelse uitgave zie MAN --

da-word2000

This document and the copyright is owned by Akzo Nobel Engineering bv Arnhem The Netherlands. It may neither be copied nor submitted to third parties for copying, without permission of the company.

INHOUD

1	INLEIDING	3
1.1	Uitgangspunten voor het gebruik van dit manual.....	3
2	UITGANGSPUNTEN/VOORWAARDEN VOOR DE BEREKENING	3
3	TABELLEN.....	5
3.1	Tabel 1	5
3.2	Tabel 2	6
3.3	Tabel 3	7
3.4	Tabel 4	8
3.5	Tabel 5	9
3.6	Tabel 6	10
4	MONTAGE ADVIES.....	11
4.1	Ruwheid van afdichtvlakken	11
4.2	Pakking	13
4.3	Bouten en moeren	13
4.4	Aanhaalmoment.....	14
4.5	Natrekken.....	15
4.6	Cursussen.....	15
5	FORMULES	15

Definities:

MAN – Manual

Een binnen Akzo Nobel Engineering opgestelde handleiding voor de uitvoering van activiteiten.

Rev. A: Document omgezet naar Word; ISO 1302 vervangen door ISO 4287.

1 INLEIDING

Dit manual is bedoeld als **richtlijn** voor het aanhalen van bouten en moeren van DIN- en ASME-flenzen in leidingsystemen en apparaten (Geen beklede flenzen).

Het juiste aanhaalmoment (aanhaalkracht) is noodzakelijk om ervoor te zorgen dat de pakking met de juiste vlaktedruk wordt belast. Daardoor wordt een verbinding verkregen die lekvrij en bedrijfszeker is.

Bij de berekening van flensverbindingen met pakkingen moeten de afzonderlijke onderdelen als flenzen, bouten en pakkingen altijd in samenhang met elkaar worden beoordeeld.

Voor de DIN-druktrappen PN 10, PN 16, PN 25 en PN 40 en ASME class 150 en 300 worden de aanhaalmomenten als **richtwaarden** voor de verschillende diameters (DN) gegeven in de tabellen 1 t/m 6.

Het manual 1.714.053 "Pakkingen voor statische afdichtingen in leidingen, apparaten en pompen" beschrijft de verschillende pakkingen en het gebruik en toepassing ervan.

1.1 Uitgangspunten voor het gebruik van dit manual

- De tabellen voor het aanhaalmoment bouten en moeren mogen voor flensverbindingen $\leq$ DN 500 voor niet-gevaarlijke media en $\leq$ PN 40/class 300 toegepast worden.
Voor flensverbindingen $\geq$ DN 600 of gevaarlijke media of $\geq$ PN 63/class 600 alleen na overleg met en goedkeuring door Project Engineering (zie locatie procedure).
- De tabellen voor het aanhaalmoment bouten en moeren zijn van toepassing voor voorlasflenzen en alleen voor PN 10 overschuifflenzen.
- Dit manual mag niet worden toegepast voor flensverbindingen in kunststofleidingsystemen en inwendig bekleed leidingwerk/apparaten (zie de voorschriften van de leverancier/fabrikant).
- Dit manual is **niet** van toepassing voor metalieke pakkingen zoals: spiraalgewonden of kamprofiel en octogonale pakkingen.

2 UITGANGSPUNTEN/VOORWAARDEN VOOR DE BEREKENING

Voor het berekenen van de aanhaalkracht en het daaruit voortvloeiend aanhaalmoment zijn verschillende normen en voorschriften beschikbaar.

In dit manual is gebruik gemaakt van Regel D 0701 van Stoomwezen bv.

Uit de aanhaalkracht kan de optredende vlaktedruk van de flenspakking worden berekend.

Uitgangspunten voor het berekenen van het aanhaalmoment zijn:

- 7 boutmaterialen: 5.6, Ck35V, A2-70, 26CrMo4 en ASTM A 193 grade B7, grade B8 class 1 en grade L7
- Geen verschraalde (verjongde) bouten.
- Bouten en moeren licht ingevet.
- Flensvlakken onder de moeren licht ingevet (niet beschadigd zijn).
- Wrijvingscoëfficiënt bout/moer en moer/flens $\mu = 0,14$.
- Onnauwkeurighedsfactor $v = 1,3$ is (aanhaken met momentsleutel: $1 \pm 0,30$: VDI 2230).

De vermelde aanhaalmomenten in de tabellen 1 t/m 6 zijn **richtwaarden**, daar voor de berekeningen een wrijvingscoëfficiënt en een onnauwkeurighedsfactor voor de momentsleutel worden aangenomen.

Bij de berekening is geen rekening gehouden met:

- scheefstand van de flenzen
- onvlakheid van de flenzen
- eventuele spanningen door eigen gewicht
- benodigde pakkingdruk volgens de tabel D 0701 van Stoomwezen bv

De montage conditie (bij omgevingstemperatuur) wordt in de tabellen aangegeven, **niet de afpers- en bedrijfsconditie. Controle hiervan moet indien noodzakelijk per geval gebeuren** (bij temperaturen hoger dan 120°C).

Noot: A2-70 is sterktechnisch gelijk aan A4-70.

3 TABELLEN

3.1 Tabel 1

Richtwaarden

DN	Bouten	PN 10			
		5.6	Ck35	A2-70	26CrMo4
		Ma	Ma	Ma	Ma
15	4 x M12	38	36	58	56
20	4 x M12	38	36	58	56
25	4 x M12	38	36	58	56
40	4 x M16	97	90	142	142
50	4 x M16	97	90	142	142
80	8 x M16	97	90	142	142
100	8 x M16	97	90	142	142
150	8 x M20	189	177	247	247
200	8 x M20	189	177	247	247
250	12 x M20	189	177	247	247
300	12 x M20	189	177	247	247
350	16 x M20	189	177	247	247
400	16 x M24	327	305	272	390
500	20 x M24	327	305	272	390

Ma = aanhaalmoment in Nm

Bovenstaande **Richtwaarden** kunnen alleen gebruikt worden, indien voldaan is aan de uitgangspunten/beperkingen als genoemd in de hoofdstukken 1 en 2.

3.2 Tabel 2

Richtwaarden

DN	Bouten	PN 16			
		5.6	Ck35	A2-70	26CrMo4
		Ma	Ma	Ma	Ma
15	4 x M12	38	36	58	56
20	4 x M12	38	36	58	56
25	4 x M12	38	36	58	56
40	4 x M16	97	90	142	142
50	4 x M16	97	90	142	142
80	8 x M16	97	90	142	142
100	8 x M16	97	90	142	142
150	8 x M20	189	177	247	247
200	12 x M20	189	177	247	247
250	12 x M24	327	305	272	390
300	12 x M24	327	305	272	390
350	16 x M24	327	305	272	390
400	16 x M27	485	452	404	545
500	20 x M30	655	611	546	698

Ma = aanhaalmoment in Nm

Bovenstaande **Richtwaarden** kunnen alleen gebruikt worden, indien voldaan is aan de uitgangspunten/beperkingen als genoemd in de hoofdstukken 1 en 2.

3.3 Tabel 3

Richtwaarden

DN	Bouten	PN 25			
		5.6	Ck35	A2-70	26CrMo4
		Ma	Ma	Ma	Ma
15	4 x M12	38	36	58	56
20	4 x M12	38	36	58	56
25	4 x M12	38	36	58	56
40	4 x M16	97	90	142	142
50	4 x M16	97	90	142	142
80	8 x M16	97	90	142	142
100	8 x M20	189	177	247	247
150	8 x M24	327	305	272	390
200	12 x M24	327	305	272	390
250	12 x M27	485	452	404	545
300	16 x M27	485	452	404	545
350	16 x M30	655	611	546	698
400	16 x M33	-	838	748	913
500	20 x M33	-	838	748	913

Ma = aanhaalmoment in Nm

Bovenstaande **Richtwaarden** kunnen alleen gebruikt worden, indien voldaan is aan de uitgangspunten/beperkingen als genoemd in de hoofdstukken 1 en 2.

3.4 Tabel 4

Richtwaarden

DN	Bouten	PN 40			
		5.6	Ck35	A2-70	26CrMo4
		Ma	Ma	Ma	Ma
15	4 x M12	38	36	58	56
20	4 x M12	38	36	58	56
25	4 x M12	38	36	58	56
40	4 x M16	97	90	142	142
50	4 x M16	97	90	142	142
80	8 x M16	97	90	142	142
100	8 x M20	189	177	247	247
150	8 x M24	327	305	272	390
200	12 x M27	485	452	404	545
250	12 x M30	655	611	546	698
300	16 x M30	655	611	546	698
350	16 x M33	-	838	748	913
400	16 x M36	-	1072	957	1119
500	20 x M39	-	1397	1248	1401

Ma = aanhaalmoment in Nm

Bovenstaande **Richtwaarden** kunnen alleen gebruikt worden, indien voldaan is aan de uitgangspunten/beperkingen als genoemd in de hoofdstukken 1 en 2.

3.5 Tabel 5

Richtwaarden

		Class 150	
		A 193 grade B7/ A 193 grade L7	A 193 grade B8 class 1
DN	Bouten	Ma	Ma
15	4 x 1/2"	69	29
20	4 x 1/2"	69	29
25	4 x 1/2"	69	29
40	4 x 1/2"	69	29
50	4 x 5/8"	124	58
80	4 x 5/8"	124	58
100	8 x 5/8"	124	58
150	8 x 3/4"	204	104
200	8 x 3/4"	204	104
250	12 x 7/8"	306	169
300	12 x 7/8"	306	169
350	12 x 1"	431	254
400	16 x 1"	431	254
500	20 x 1 1/8"	605	378

Ma = aanhaalmoment in Nm

Bovenstaande **Richtwaarden** kunnen alleen gebruikt worden, indien voldaan is aan de uitgangspunten/beperkingen als genoemd in de hoofdstukken 1 en 2.

3.6 Tabel 6

Richtwaarden

		Class 300	
		A 193 grade B7/ A 193 grade L7	A 193 grade B8 class 1
DN	Bouten	Ma	Ma
15	4 x 1/2"	69	29
20	4 x 5/8"	124	58
25	4 x 5/8"	124	58
40	4 x 3/4"	204	104
50	8 x 5/8"	124	58
80	8 x 3/4"	204	104
100	8 x 3/4"	204	104
150	12 x 3/4"	204	104
200	12 x 7/8"	306	169
250	16 x 1"	431	254
300	16 x 1 1/8"	605	378
350	20 x 1 1/8"	605	378
400	20 x 1 1/4"	816	538
500	24 x 1 1/4"	816	538

Ma = aanhaalmoment in Nm

Bovenstaande **Richtwaarden** kunnen alleen gebruikt worden, indien voldaan is aan de uitgangspunten/beperkingen als genoemd in de hoofdstukken 1 en 2.

4 MONTAGE ADVIES

Voor het aanhalen van de bouten en moeren van flensverbindingen moet aan het volgende aandacht besteed worden:

4.1 Ruwheid van afdichtvlakken

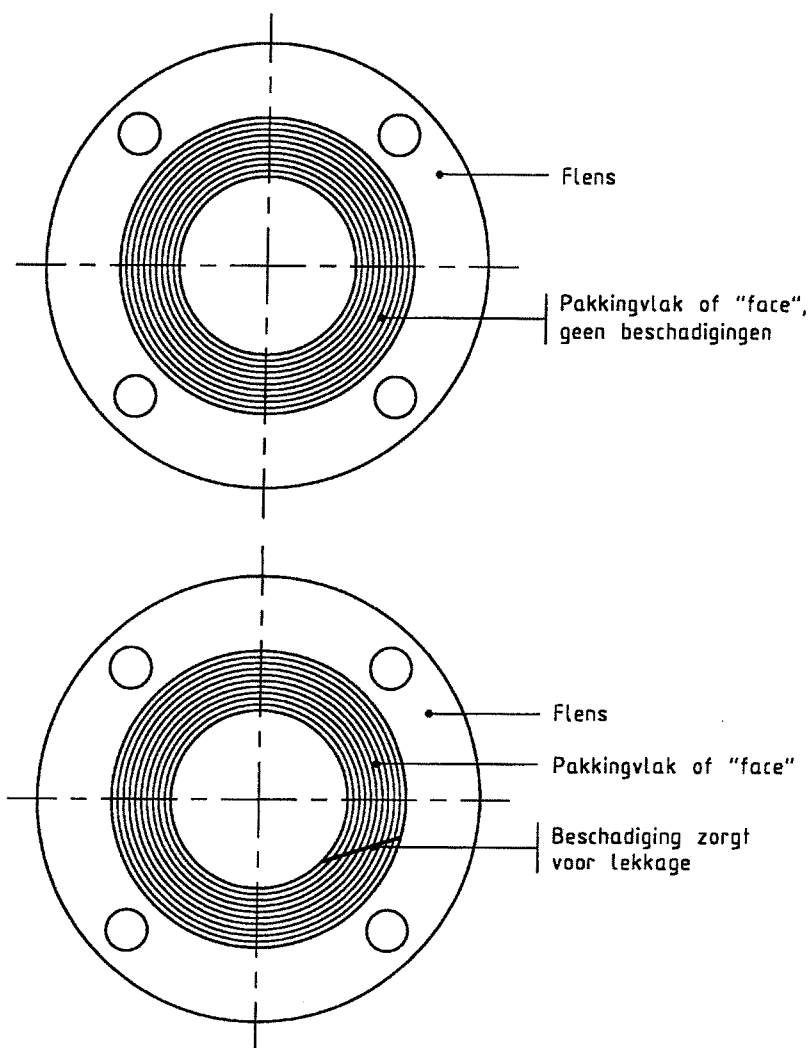
Bij het gebruik van de vezelversterkte pakkingen of metalen pakkingen met oplagen is het noodzakelijk om hogere eisen te stellen aan de ruwheid van de afdichtvlakken van de flenzen.

Voor alle (nieuwbouw) flenzen is een oppervlakteruwheid voorgeschreven van:
 $Ra = 3,2 \dots 6,3 \mu m$ volgens ISO 4287. In plaats van concentrische groeven mag een spiraalvormige groef worden toegepast.

Beschadigingen van deze vlakken kan leiden tot lekkage. De flensvlakken moeten dus beschermd zijn tijdens transport en opslag.

Bij onderhoud moet worden gecontroleerd of de flensvlakken beschadigd zijn. Zijn de beschadigingen niet te herstellen, dan moet na overleg met de locale engineering-afdeling worden overwogen een dikkere flenspakking te monteren.

Als de flange facing scheurtjes of inkervingen heeft, die dieper zijn dan 0,2 mm en over meer dan de helft van de facing-breedte lopen, zal de flens vervangen moeten worden of indien mogelijk worden gerevideerd. (Zie figuur 1).



Figuur 1

4.2 Pakking

Er mogen uitsluitend pakkingen, volgens de pakkinglijst van de pijpspecificatie, cross index, locale sleutellijst, ISO's, Werkomschrijving of apparaattekeningen worden gemonteerd.

De beschermende verpakking om een pakking mag uitsluitend bij montage worden verwijderd. Vooral de metalen pakkingen met oplagen ("grafietspijkerplaat") en met grote diameters zijn gevoelig voor beschadigingen. Een beschadigde pakking kan aanleiding van lekkage zijn.

De pakking moet voorzichtig tussen de flensvlakken worden gemonteerd.

Vezelversterkte pakkingen mogen **niet** worden ingesmeerd. Insmeren heeft een nadelige invloed op de drukvastheid/gasdichtheid van de pakking (eerder lekkage). De pakkingen worden geleverd met een "non-sticking" laag.

De versterkte grafietspakking moet om bovengenoemde reden ook '**droog**' worden gemonteerd.

4.3 Bouten en moeren

Bij nieuwbouw en onderhoud moeten de voorgeschreven bouten en moeren (zie punt 4.2) worden toegepast. Deze bouten en moeren (incl. de juiste moerdraagvlakken) moeten vóór de montage licht worden ingevet. Daarbij moet er op worden gelet dat het smeermiddel bestand is tegen de werktemperatuur en eventueel het medium.

Bij onderhoud moeten de toegepaste bouten en moeren gecontroleerd worden op beschadigingen. Beschadigde bouten en moeren geven bij een gelijkblijvend aanhaalmoment een lagere aanhaalkracht (lagere vlaktedruk) met als gevolg een vergrote kans op lekkage. Indien noodzakelijk moeten de bouten en moeren worden gereinigd. Ook deze bouten en moeren moeten vóór de montage licht worden ingevet.

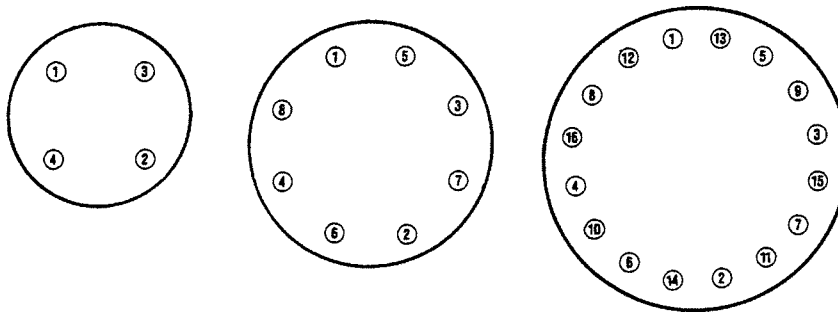
4.4 Aanhaalmoment

Uit de tabellen 1 t/m 6 moet de juiste waarde van het aanhaalmoment worden genomen (correcte druktrap PN of class - diameter DN - boutmateriaal).

Bij gebruik van versterkte grafietpakking moet de bout- en moerverbinding - in drukloze toestand - **eenmalig** goed worden aangehaald tot de opgegeven waarde.

Indien dit niet gebeurt, kan de pakking zich volzuigen met het medium en verliest de pakking zijn mechanische eigenschappen (grote kans op lekkage).

De bouten en moeren moeten in de juiste volgorde (kruislings) worden aangetrokken, zie figuur 2.



Flens met 4 bouten

Flens met 8 bouten

Flens met 16 bouten

Figuur 2

- 1) bouten en moeren handvast aandraaien.
- 2) bouten en moeren aanhalen tot 30 - 40% van het aanhaalmoment.
- 3) bouten en moeren aanhalen tot 60 - 70% van het aanhaalmoment.
- 4) bouten en moeren aanhalen tot 100% van het aanhaalmoment.

Een niet-correcte volgorde kan leiden tot lekkage.

4.5 Natrekken

Vezelversterkte pakkingen en versterkte grafiet pakkingen moeten worden nagetrokken. Dit geldt ook voor de rubber, PTFE en Gylon pakkingen.

Voorgesteld wordt om dat als standaard te doen binnen 24 uur nadat het leidingsysteem op temperatuur is.

Het natrekken dient in dezelfde volgorde te gebeuren als figuur 2 (100% van de waarde van het aanhaalmoment).

4.6 Cursussen

Een dichte flensverbinding staat of valt met een goede voorbereiding, uitvoering en nazorg. Door de "Stichting Europoort/Botlek Belangen (EBB), de Stichting Opleidingen Metaal (SOM) en Elsevier Opleidingen" is een goede cursus opgesteld: Opleiding voor Flensmonteur (theorie en praktijk).

In deze cursus worden zaken behandeld om een flensverbinding dicht te krijgen en te houden. Een dichte flensverbinding zorgt voor veiligheid en bespaart tevens op de kosten. Informatie is verkrijgbaar bij Akzo Nobel Engineering bv en lokale engineeringsafdelingen.

5 FORMULES

De volgende formules zijn gebruikt voor het bepalen van de aanhaalkracht en het aanhaalmoment voor de bout en de vlaktedruk voor de pakking:

$$\begin{aligned} \text{Aanhaalkracht } F_a &\leq 0,77 \cdot A_{bk} \cdot R_{eb} \text{ per bout} & [N] \\ &\leq A_{bk} \cdot \sigma_{bm} \end{aligned}$$

D_{db} = nominale schroefdraadmiddenlijn [mm]

A_{bk} = oppervlak van de nominale kerndoorsnede van de schroefdraad [mm²]

R_{eb} = rekgrens van het boutmateriaal bij 20°C [N/mm²]

σ_{bm} = aanhaalspanning van een bout [N/mm²]

obm-cal
calculated ↑

$$obm = \frac{1350}{\sqrt{Dbd}} \quad \uparrow \quad D_{\text{NOMINAAL}}$$

Aanhaalmoment

DKERN. VLG. SCADES.

$$Ma = v * \frac{\mu * Fa * Dbd}{1000} \text{ per bout} \quad [Nm]$$

[N/mm²]

v = onnauwkeurighedsfactor momentsleutel = 1,3 [-]

μ = wrijvingscoëfficiënt = 0,14 [-]

FRICTION COEFFICIENT

Vlaktedruk

$$\sigma_v = \frac{nb * Fa}{\pi * Dg * bg} \quad [N/mm^2]$$

nb = aantal bouten [-]

Dg = middellijn van de werkzame afdichtingscirkel [mm]

bg = pakkingbreedte in contact met de afdichtingsvlakken [mm]

MA min
MA max
MA optimum

AFH. VAN PAKTINGSWAARDE

$P_{gm; min}$
 $P_{gm; max}$ } *ZIE PAG 22*
DO 701