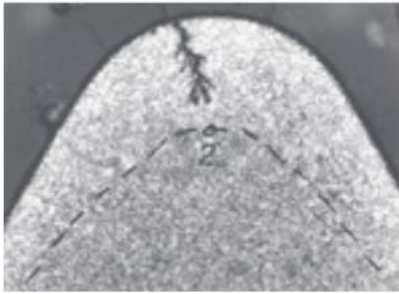


Sikring av skrueforbindelser

Innhold

| | |
|--|----|
| Utmatting av skrueforbindelser | 2 |
| Design av skruer | 2 |
| Self-Lock Vibrasjonssikre gjenger | 3 |
| Self-Lock gjengetabell..... | 5 |
| Self-Lock viberasjonssikre muttere | 6 |
| Loctite låse- og tettevæsker for skrueforbindelser | 7 |
| Aztec EPDM tetteskriver | 8 |
| Radolid dekkapper | 10 |

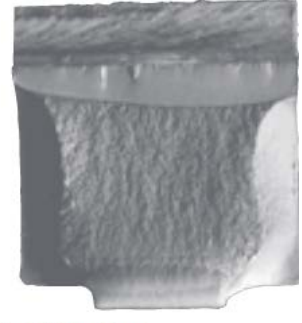
Introduksjon



Herdet og anløpt mikrostruktur.
Avkullingssone med gjengefold.



Bruddflate etter C.O.D. test (utmattning).



Utmattning av skrueforbindelser

De aller fleste brudd i skrueforbindelser skjer på grunn av utmattning. En amerikansk undersøkelse konkluderer med at minst 60 - 70 % av alle brudd skyldes utmattning. Problemet skyldes i liten grad feil dimensjonering. Ved å endre skruens design og fremstillingsmåte kan man øke utmattingsgrensen med inntil 3 - 400%.

Det er alltid mulig å øke skruens utmattingsgrense. En analyse av belastningen og hvordan den innvirker på skrueforbindelsen vil gi svar på hvordan skrueforbindelsen skal designes.

Mekanismen for utmattingsbrudd er relativt enkel. Den oppstår når spenninger konsentreres i et punkt på grunn av dynamiske belastninger. De kritiske punktene for spenningskonsentrasjon er i gjengebunnen - spesielt i den første bærende gjengen, i gjengeutløpet og i stammens overgangsradi til hodet. En mikrosprekk i metalloverflaten er et godt startpunkt. Når en sprekk har dannet seg, utvikler den seg hurtig til brudd inntreffer. Utmattning forårsaker brudd ved betydelig lavere spenninger enn skruens strekkfasthet.

Utmattning kan forårsakes av en eller flere av disse årsakene:

- Man kjenner ikke den dynamiske lasten skruen utsettes for. Brukeren kan derfor ha montert en skrue som ikke er designet for å kunne ta opp lasten.
- Skruen blir ikke forspent tilstrekkelig ved monteringen.
- Skruen får under belastning et for stort forspenningstap.

Design av skruer

Utformingen av gjengen og hodet er kritiske, da de har punkter som er utsatt for konsentrasjon av spenninger. Gjengen har en kompleks geometri som gjør den utsatt for utmattning. Ved riktig produksjonsteknikk kan gjengen utformes slik at den i større grad kan motstå dynamiske belastninger. En større radius i gjengebunnen øker utmattingsstyrken i skruen. En skåret eller konvensjonelt rullet gjenge løper ut i en skarp rille mot stammen. Ved å utforme gjengeutløpet med økt radius vil man sammen med den økte radien i gjengebunnen minimalisere spenningskonsentrasjonene i gjengen.

Gjenger skal ruller og ikke skjæres. Ved skjæring brytes de kontinuerlig materiallinjene i skruens struktur, som gir mulighet for begynnende sprekkdannelse. Det normale er å herde skruen som sluttprosess det vil si etter rulling av gjengen (gjelder f.kl. ≥ 8.8). For ytterligere å øke skruens utmattingsgrense kan gjengen ruller etter herding. Rulling av gjenger etter herding induserer trykkspenninger i gjengens overflate som i stor utstrekning motvirker utmattning.

Skruer bør fortrinnsvis fremstilles ved kaldforming. Dette er den desidert mest økonomiske og teknisk beste metoden. Imidlertid ligger det en begrensning i diameter og lengde for hva som er mulig å kaldforme. For dimensjoner ut over dette området kan skruer fremstilles ved varmsmiing, med etterfølgende rulling av gjenger som sluttprosess. Fremstilling ved skjæring bør unngås, med unntak av skruer med spesiell form eller hvor spesiell presisjon krever det f.eks mikroskruer etc.

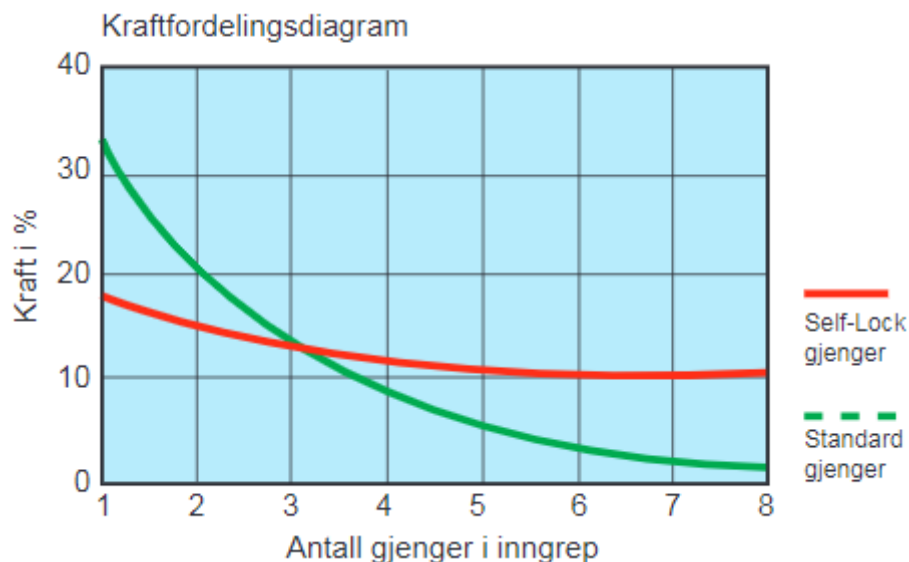
Et annet kritisk punkt er selve gjengerullingsprosessen. Ved rulling av gjenger utsettes materialet for trykkrefter som får materialet til å flyte. Materialet flyter da opp på begge sider av gjengeflanken og

danner en fold på gjengens topp. Imidlertid kan denne folden dannes på gjengens flanke hvis gjengeverktøyet er slitt eller ute av posisjon. Er folden dannet på den bærende flanken eller i gjengebunnen, vil den kunne være starten på en utmattingssprekk og et havari. Denne typen feil kan bare korrigeres ved en nøye kontroll av gjengerullingsprosessen, ved at man tar ut prøvestykker som blir slipt og etset og kontrollert i mikroskop. Ofte vil slike folder ikke kunne oppdages i en vanlig NDT kontroll.

Herdeprosessen er av like stor viktighet. Hardheten må kontrolleres til å ligge innenfor gitte toleranser. For lav hardhet gir svekket belastbarhet, og for høy hardhet øker risikoen for spenningskorrosjon og hydrogensprøhet. Både oppkulling og avkulling må unngås. Oppkulling øker overflatens karboninnhold som danner en hard overflate og en mykere kjerne som reduserer utmatningsstyrken og skruens evne til å motstå bøyepåkjenninger. Avkulling reduserer overflateinnholdet av karbon og gjør den mykere, som igjen medfører redusert belastbarhet og mindre motstand mot utmatting.

Korrosjon kan forårsake små sømmer eller groper i overflaten som kan utvikle seg til sprekker. Det er derfor viktig å beskytte skruen mot korrosjon eller velge et materiale som motstår det miljøet skruen er tenkt å motstå.

I de neste kapitlene skal vi se på en del unike produkter og metoder som løser problemer med kontroll av forspenning, skruer som løsner og tetting av skrueforbindelser.



Self-Lock Vibrasjonssikre gjenger

Self-Lock selvlåsende gjenger

Bruk av låseelementer som fjærskiver, låseblikk, muttere med låseelement eller klemmende muttere har alle en rekke ulemper og bidrar i liten grad til å sikre forbindelsen mot løsning. En viktig faktor ved design av skrueforbindelser er å kunne oppnå en stor elastisk forlengelse i skruen ved forspenning. Dette sikrer at setningsbidraget og forspennings- tapet blir relativt lite. Lange, slanke skruer med høy strekk- fasthet gir høy elastisk forlengelse. Ofte er det vanskelig å unngå korte skruer. Når disse blir utsatt for dynamiske krefter eller vibrasjoner vil de kunne løsne.

Årsaken til dette er at en forspent skrue er som en spent fjær. Gjengen er som et skråplan, og det er kun friksjonen mellom gjengeflankene og i anleggsflaten som hindrer skruen i å rotere opp. Mellom gjengene i inngrep er det alltid en klaring som gir rom for bevegelse mellom gjengene i radiell retning. Denne bevegelsen oppstår ved vibrasjoner eller dynamiske belastninger. Bevegelse vil redusere friksjonen og forspenningskraften i skruen og gjengens stigningsvinkel vil sette i gang en rotasjon av skruen slik at den løsner.

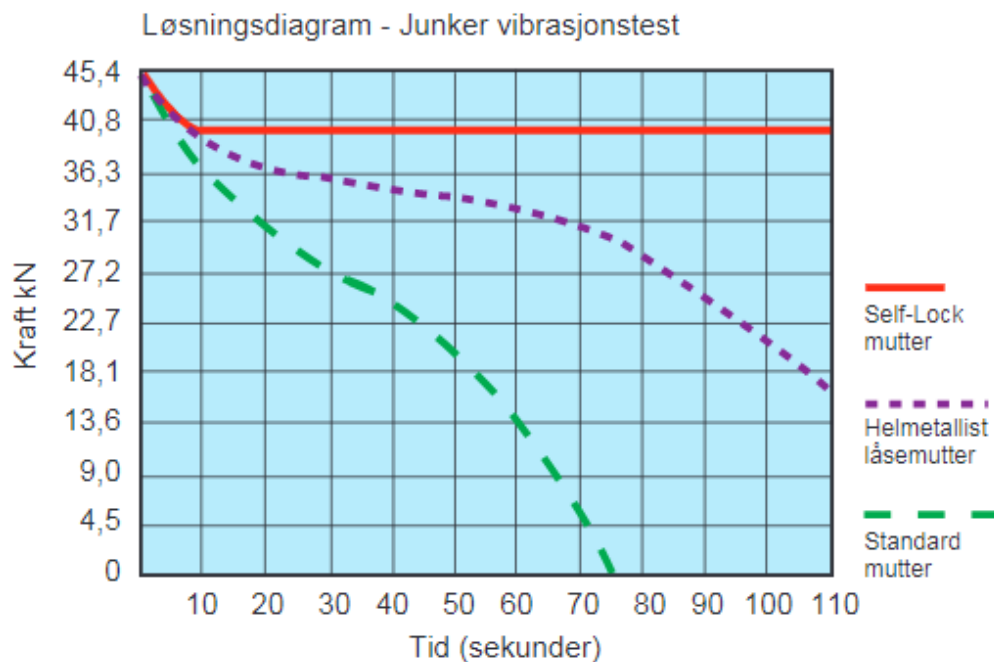
Self-Lock gjengeprofil løser dette problemet.

Gjengeprofilen i den innvendige gjengen er endret på den bærende flanken. Flankevinkelen som normalt er 60° på skrueraksen, er endret i gjengebunnen til 30° på aksen. Ved tiltrekning av skruen vil gjengetoppen bli trukket opp på denne flanken i hele gjengeinngrepets lengde som på en kon. En radiell bevegelse mellom den innvendige og utvendige gjengeflanken vil være forhindre og tap av friksjon er eliminert. Er skruen forspent slik at forspenningen er høyere enn den dynamiske lasten, vil skruen være sikret mot løsløsing og utmatting.

Ved at skruerens topp ligger an mot mutterens bunn oppnås en annen vesentlig fordel, en større fleksibilitet som gir en jevn kraftfordeling i gjengeinngrepet. Dette medfører en avlastning i gjengebunnen i de første bærende gjengene som i en konvensjonell gjengeforbindelse tar opp mesteparten av kraften.

En vesentlig økning i forbindelsens utmattingsgrense og sikkerhet mot løsløsing gir konstruktøren en rekke muligheter. Kostnadene ved bruk av ekstra låseelementer og tidskonsumet disse medfører ved montasjen elimineres. Dette øker produktiviteten og lønnsomheten. Ved etterarbeid eller service på produktet beholdes sikkerheten selv om skruen byttes ut.

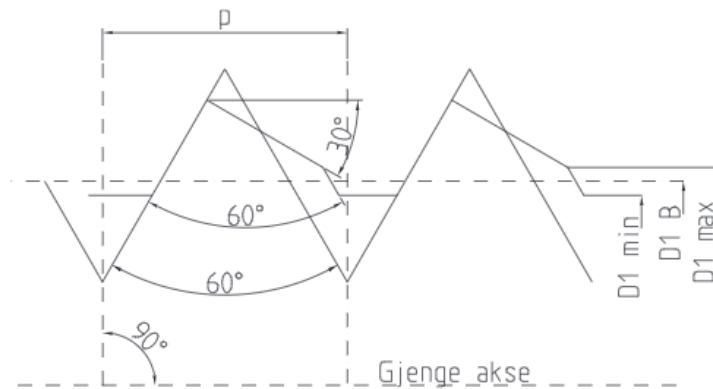
Self-Lock gjenger taper ikke låseevnen ved gjentatte monteringer og demonteringer. Sikkerheten ligger i konstruksjonen. Ingen deler som kan tapes eller byttes. En hvilken som helst skruer i riktig fasthetsklasse kan anvendes.



Produktfordeler:

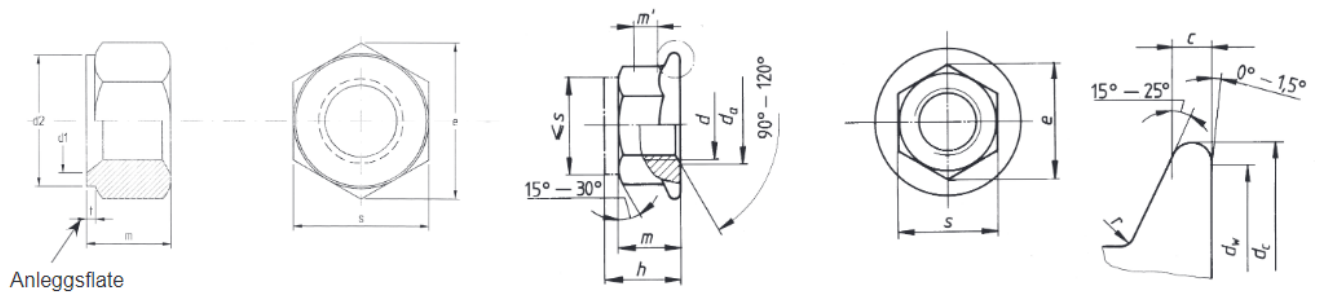
- Helt vibrasjonssikker
- Øker utmattingsgrensen vesentlig
- Forenklet logistikk
- Rasjonell montasje (kun standardskruer)
- Øker produktiviteten
- Servicevennlig
- Større temperaturområde

Self-Lock gjengetabell



| Nominel dia SL - | Stiging P mm | SL - Kjerne hull diameter | | | Gjengebor D1B* mm |
|------------------|-----------------|---------------------------|------------|---------|----------------------|
| | | D1 min. mm | D1 maks mm | | |
| | | | Linje 1 | Linje 2 | |
| M4.5 | 0,75 | 3,866 | 4,056 | 4,101 | 3,9 |
| M5 | 0,8 | 4,324 | 4,524 | 4,574 | 4,4 |
| M6 | 1 | 5,152 | 5,388 | 5,465 | 5,2 |
| M7 | 1 | 6,152 | 6,388 | 6,465 | 6,2 |
| M8 | 1,25 | 6,931 | 7,196 | 7,322 | 7,0 |
| M8x1 | 1 | 7,152 | 7,388 | 7,465 | 7,2 |
| M9 | 1,25 | 7,931 | 8,196 | 8,322 | 8,0 |
| M10 | 1,5 | 8,700 | 9,000 | 9,170 | 8,8 |
| M10x1 | 1 | 9,152 | 9,388 | 9,466 | 9,2 |
| M10.1.25 | 1,25 | 8,931 | 9,196 | 9,322 | 9,0 |
| M11 | 1,5 | 9,700 | 10,000 | 10,170 | 9,8 |
| M12 | 1,75 | 10,477 | 10,812 | 11,024 | 10,7 |
| M12x1.25 | 1,25 | 10,931 | 11,196 | 11,322 | 11,0 |
| M12x1.5 | 1,5 | 10,700 | 11,000 | 11,170 | 10,8 |
| M14 | 2 | 12,237 | 12,612 | 12,863 | 12,5 |
| M14x1.5 | 1,5 | 12,700 | 13,000 | 13,170 | 12,8 |
| M16 | 2 | 14,237 | 14,612 | 14,863 | 14,5 |
| M16x1.5 | 1,5 | 14,700 | 15,00 | 15,170 | 14,75 |
| M18 | 2,5 | 15,787 | 16,237 | 16,569 | 16,0 |
| M18x1.5 | 1,5 | 16,700 | 17,000 | 17,170 | 16,75 |
| M20 | 2,5 | 17,787 | 18,237 | 18,569 | 18,0 |
| M20x1.5 | 1,5 | 18,700 | 19,000 | 19,170 | 18,75 |
| M20x2 | 2 | 18,237 | 18,612 | 18,683 | 18,5 |
| M22 | 2,5 | 19,787 | 20,237 | 20,569 | 20,0 |
| M22x1.5 | 1,5 | 20,700 | 21,000 | 23,170 | 20,75 |
| M22x2 | 2 | 20,237 | 20,612 | 20,863 | 20,5 |
| M24 | 3 | 21,320 | 21,820 | 22,259 | 21,5 |
| M24x1.5 | 1,5 | 22,700 | 23,000 | 23,170 | 22,75 |
| M24x2 | 2 | 22,237 | 22,612 | 22,863 | 22,5 |
| M30 | 3,5 | 26,863 | 27,423 | 27,959 | 27,0 |
| M36 | 4 | 32,405 | 33,005 | 33,657 | 32,5 |
| M42 | 4,5 | 37,926 | 38,596 | 39,335 | 38,0 |
| M45 | 4,5 | 40,926 | 41,596 | 42,335 | 41,0 |

Self-Lock vibrasjonssikre muttere



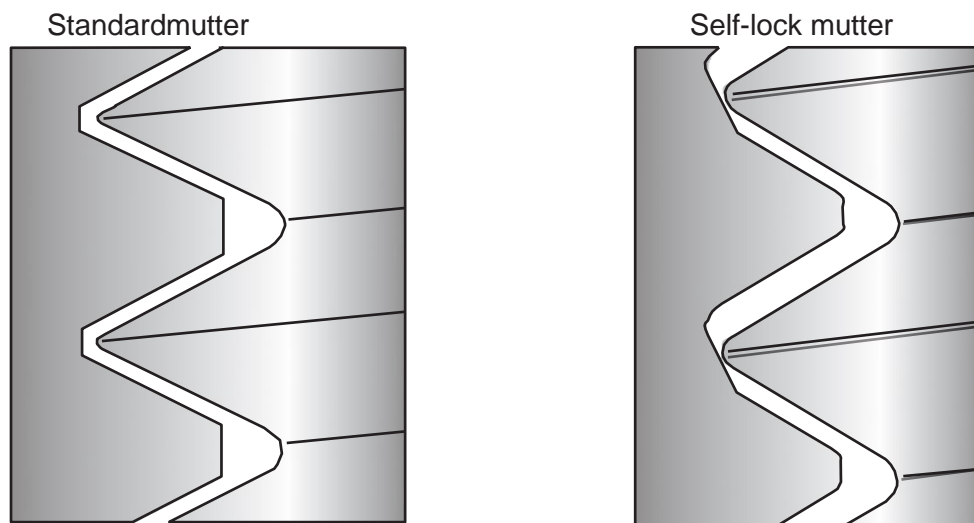
Self-lock muttere

| Nom.dia. d | Stigning P | N økkelvidde s | H øyde m | Hj ørnem ål e | Flensdia. dc |
|------------|------------|----------------|----------|---------------|--------------|
| M6 | 1 | 10 | 8 | 11 | 14,2 |
| M8 | 1,25 | 13 | 9,7 | 14,2 | 17,2 |
| M10 | 1,5 | 16 | 11,5 | 18,7 | 22,2 |
| M12 | 1,75 | 18 | 11,5 | 20,0 | |
| M16 | 2 | 24 | 14,5 | 26,75 | |
| M20 | 2,5 | 30 | 17,7 | 32,95 | |

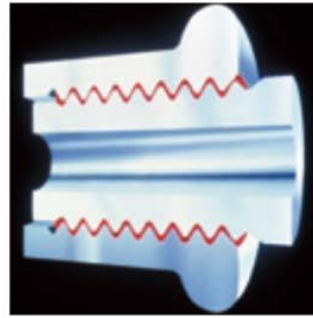
Sikring av skruer-/mutterforbindelser mot løsløsing er enkelt med bruk av Self-lock muttere. Self-lock muttere leveres som standard fra lager i rustfritt A4 - 80 i flensmutterutførelse i dimensjonsområde M6 - M10 og med sirkulært anlegg i M12 - M20.

Muttere med Self-lock gjenger kan leveres i alle typer materialer og fasthetsklasser på bestilling.

Fordelene med Self-lock er mange. Ingen ekstra låseelementer som f.eks skiver, låseblikk etc. Lastfordelingen blir fordelt jevnt gjennom gjengeinngrepet. Dette øker forbindelsens utmatningsgrense vesentlig. Ved mange monteringer og demonteringer er låsevnen fortsatt intakt. Mutterne spinner fritt på skruvegjengen og gjør den lettere å montere. Ingen forholdsregler ved beregning av tiltrekningsmoment. Ønsker man en Self-lock mutter med et friksjonsmoment, kan Self-lock leveres i klemmende helmetallisk utførelse eller med nylonring på bestilling. Self-lockgjenger benyttes sammen med standard skruvegjenger og alle typer skruer kan benyttes sammen med Self-lockmuttere i passende fasthetsklasse.



Loctite låse- og tettevæsker for skrueforbindelser



LOCTITE

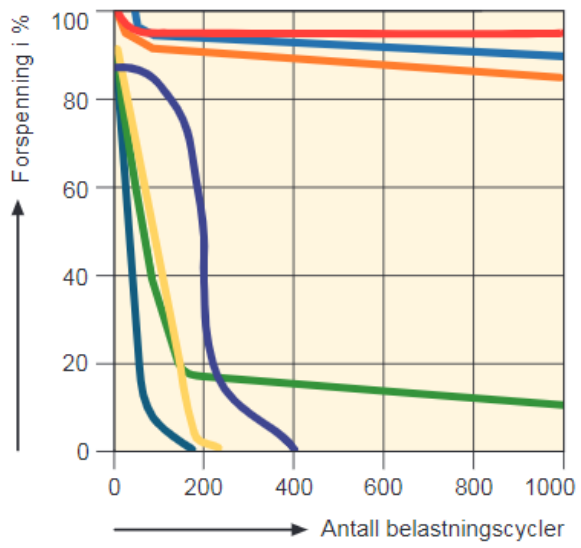
Loctite låsevæsker er enkle og sikre i bruk. Skrueforbindelsen sikres mot løsnung ved at limfugen fyller ut spalten mellom gjengene i inngrep og avhengig av type har en skjærkraft mellom 6 - 27,6 Mpa. I tillegg tettes gjenge-inngrepet slik at fukt eller kjemiske stoffer ikke kan trenge inn og skade konstruksjonen eller forårsake korrosjon i gjengeinngrepet. Limet fyller utspillet imellom gjengene og hindrer bevegelse mellom skrue og muttergjenge.

Ved forsøk er det dokumentert en meget høy motstand mot løsnung ved vibrasjoner og dynamiske påkjenninger. Bruk av Loctite er faktisk en av de aller beste metodene for å sikre en skrueforbindelse. Imidlertid er det en del ting man skal ta i betraktning ved bruk av låsevæsker.

Loctite låsevæsker er enkle i bruk og kan påføres manuelt fra flasken, eller automatisk ved hjelp av applikator-systemer. Låsevæsker med normal styrke er enkle å demontere. Ved annengangs montering må løse rester av herdet låsevæske fjernes før ny væske påføres. De hardeste låsevæskene egner seg normalt kun til permanente forbindelser som ikke skal løsnes, fordi man ofte må forvarme til en relativt høy temperatur for å bryte ned lim-fugen. Dette kan medføre skade på konstruksjonen eller endring i materialenes egenskaper.

| Loctite type | Limfugens styrke | Spaltetfylling | Min.t ørketid | Temperaturomr. |
|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------------------------|-----------------|
| Anaerob 222 Gjengelåsing | 6 MPa Lav styrke | 0.25 mm | 30 min. på ståldeler | -55 til + 150°C |
| Anaerob 243 Gjengelåsing | 10 MPa Middels styrke | 0.25 mm | 30 min. på ståldeler | -55 til + 150°C |
| Anaerob 270 Gjengelåsing | 13 MPa Høy styrke | 0.25 mm | 30 min. på ståldeler | -55 til + 150°C |
| Anaerob 290 Kapilær gjengel åsing | 13 MPa Høy styrke | 0.1 mm | 30 min. på ståldeler | -55 til + 150°C |
| Anaerob 603 Presspasninger | 20.5 MPa Høy styrke | 0.15 mm | 30 min. på ståldeler | -55 til + 150°C |
| Anaerob 641 Lager/Presspasn. | 11.5 MPa Middels styrke | 0.15 mm | 30 min. på ståldeler | -55 til + 150°C |
| Anaerob 638 Gjenger/presspas. | 27 MPa Maksimal styrke | 0.25 mm | 30 min. på ståldeler | -55 til + 150°C |
| Anaerob 577 Rørtetting | Tettetrykk - 24t. min. 350 bar | 0.8 mm | 20% etter 8 minutter p å stål | -55 til + 150°C |
| Anaerob 542 Hydraulikk/Luft | Tettetrykk - 24t. min. 350 bar | 0,25 mm | 20% etter 8 minutter på stål | -55 til + 150°C |

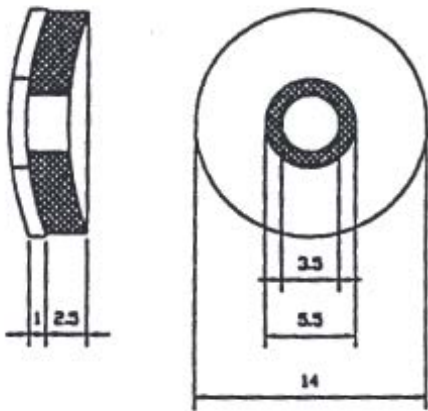
Løsningsdiagram - Junker vibrasjonstest



- Standardbolt med Loctite gjengelåsing
- Bolt med riflet flens (DURLOK®)
- Bolt med sagtannflens
- Mutter med nyloninnsats
- Bolt med tannskive
- Bolt med fjærskive
- Standardbolt med låsing

Aztec EPDM tetteskriver

Tetting av skrueforbindelser



Tetting av skruerforbindelser

Mange skruerforbindelser står utsatt for vær og vind og tildels vanntrykk fra stående vann. En gjengeforbindelse er ikke tett, men det kan lett løses ved bruk av tetteskiver. Tetteskiven er normalt sammensatt av en metallskive med påvulkanisert gummisjikt. Metall- delen kan være i galvanisert stål, aluminium eller rustfritt stål og gummi er i en UV og værbestandig gummi, vanligvis EPDM. Ved en riktig montasje, med en kontrollert komprimering av gummi, vil man ha en sikker og tett skruerforbindelse, som står over lang tid. Mindre skruer som selvborende skruer, plateskruer og maskinskruer som benyttes i utemiljø, trenger i mange tilfeller en tetteskive for å hindre fukt å trenge inn i isolasjon og underkonstruksjon i bygningsfasader og takkonstruksjoner. Også som en ren tettefunksjon for å hindre lekkasjer i skruerforbindelser vil tetteskiver være egnet. Det er imidlertid begrensninger i hvor store trykk en slik forbindelse kan påføres uten at den lekker. Vanlige atmosfæriske forhold som vind og undertrykk skapt av normale temperaturforskjeller vil ikke være noe problem. Skiven hindrer også beskadigelse av belegg, lakk, etc ved montasjen som kan gi foranledning til skader og rustangrep. Tetteskivene kan leveres i et stort utvalg av dimensjoner for de fleste formål.

Lagerførte dimensjoner:

| Skruedia. | Ø | | Materiale |
|-----------|--------------|-------------|---------------|
| | Ø1 innvendig | Ø2 utvendig | |
| 4,8 | 5,5 | 14 | Vzn stål/EPDM |
| 4,8 | 5,5 | 14 | ALU / EPDM |
| 4,8 | 5,5 | 14 | A2 / EPDM |
| 5,5 | 6,1 | 16 | ALU / EPDM |
| 5,5 | 6,1 | 16 | A2 / EPDM |
| 6,3 | 7,0 | 16 | ALU/EPDM |
| 6,3 | 7,0 | 16 | A2 / EPDM |
| 6,3 | 7,0 | 19 | A2/EPDM |

Et stort utvalg skiver kan leveres på bestilling i dimensjonsområde fra 3.3x9.5 - 39.1x75.0 mm.

Materialdata for tetteskiver:

Metalldel: Galvanisert stål: ASTM A 527
Beleggvækt: G90 (ASTM A 525)
Aluminium: ASTM B 209 - Alloy 3004 - H26
Rustfritt stål: AISI 304

Gummi: EPDM ASTM D 2000 M - QV
M3BA710B13C12F19Z1

Farge: Sort / grå

Testnivå: 3

Testtemp.: 100°C

Durometer Hardhet: 70 ± 5 ASTM D2240

Strekfasthet: 1500 psi min ASTM D412

Maksimum forlengelse: 350% ASTM 412A/c

Bestandighet mot varme:
Varmeelding 70 timer 100°C
Endring i hardhet maks. + 10 PTS
Endring i strekkfasthet - 25%
Endring i forlengelse maks. - 25%

Sammenpressetning:

Maksimum 25% ASTM D395B

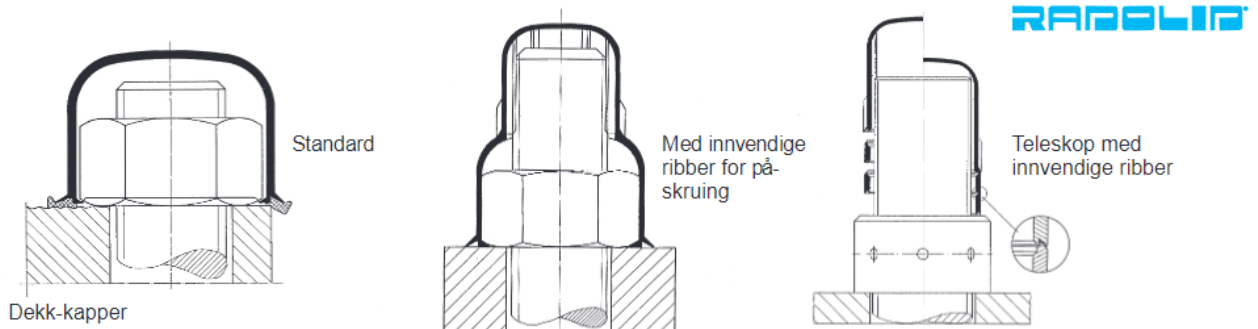
Ozonmotstand: Ingen observert effekt 70 timer
- 50 pphm ASTM D1171

Lav temp. sprøhet: Ikke sprø 3 min. - 40°C ASTM D2137

UV bestandighet: Utmerket

Aldringsbestandighet: Utmerket

Radolid dekkapper



Estetisk beskyttelse

For beskyttelse av skruehoder, gjengestusser, muttere og innvendig sekskanthull leverer vi et komplett program i dekkapper, som beskytter skrueforbindelsen mot skader, korrosjon og vannintrengning. I tillegg er kappene dekorative og gir det ferdige produktet en høy finish.

I spesielt korrosive omgivelser benyttes et vannavstøtende fett - Radolid Korrex som man fyller i dekkappen. Fettet hindrer vann i å trengne inn og samtidig smører gjengeforbindelsen, slik at en lett demontering sikres. Dekkappene har en unik tetteleppe som sikrer en god tetning mot underlaget. Er underlaget ujevnt finnes i tillegg Elastomer skiver i cellegummi. Standardmaterialet i dekkappene er Polyetylene, men også andre kunststoffer kan leveres på bestilling. For eksempel Polypropylene, Polyester Elastomers eller Polyamid PA6-6. Standard fargen er sort, men kappene kan leveres også i en rekke andre farger for å matche applikasjonen.

Standardprogrammet dekker et dimensjonsområde fra M3 - M140 i en rekke varianter og leveres på bestilling omgående fra verkslager.

Ved forespørsel bør en målskisse eller tegning av skrue forbindelsen forelegges oss. Videre angivelse av antall og eventuell farge. På spesialutførelser eller ikke standardfarger kreves et minstekvantum, som er avhengig av dimensjon og type.

