|  |
| --- |
| [Bransjestandard – beste praksis] |
| Ventiler |
| Designkrav og ergonomiske forhold  Risikovurdering  av manuelt betjente ventiler |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| Revisjon nr.:  Dato:  År: | 01  22. Oktober  2020 |

Innhold

[1. BAKGRUNN 2](#_Toc54181086)

[3. FORMÅL 3](#_Toc54181087)

[4. BEGREPER 4](#_Toc54181088)

[5. MÅLING AV MANUELT BETJENTE VENTILER MED DYNAMOMETER 6](#_Toc54181089)

[5.1 Drøfting av tilgjengelig empiri 6](#_Toc54181090)

[5.2 Beregning av maksimal åpningskraft (maks cracking force) 9](#_Toc54181091)

[6. VEILEDNING TIL UTFYLLING AV EXCEL-ARK 10](#_Toc54181092)

[6.1 Data som samles inn og føres i Excelarket «Risikovurdering ventiler\_2020» 10](#_Toc54181093)

[7. HENVISNING TIL REGELVERK OG STANDARDER 13](#_Toc54181094)

[7.1 Relevante tabeller fra lovkrav og standarder 14](#_Toc54181095)

[8. Vedlegg 16](#_Toc54181096)

# BAKGRUNN

Bakgrunnen for dette utviklingsarbeidet var å utarbeide et verktøy, som gir en overordnet og samlet oversikt over ergonomisk belastning knyttet til operering av manuelt betjente ventiler. Ved en helhetlig/ holistisk tilnærming, hvor krav og anbefalinger settes i system, vil faglige vurderinger og anbefalinger om tiltak i større grad bli objektive og forankret direkte opp mot regelverk- og forskriftskrav.

Eksisterende formålstjenlige risikovurderingsverktøy for kartlegging av ergonomisk risiko mot manuell operering av ventiler har i ofte vært spisset mot en enkelt arbeidsoppgave, en gitt mekanisk eksponering eller en spesifikk arbeidsstilling. Flere fragmenterte risikovurderinger, som ikke er forankret opp mot aktuelle lovkrav og standarder knyttet til ventilhåndtering, vil således øke subjektive vurderinger og ‘kvalifisert synsing’, hvilket er svært uheldig. Dessuten blir sammenligningsgrunnlaget på tvers i bransjen svekket og det blir vanskelig å vurdere interreliabilitet. Anbefalinger om kraftgrenser med tilhørende risiko knyttet opp mot lovkrav ved risikovurdering av manuell betjening av ventiler har lenge vært et etterlengtet og etterspurt verktøy. Det er hermed identifisert et gap mellom selskapenes behov og tilgjengelige verktøy i bransjen.

Den siste tiden har myndigheter ført flere tilsyn på operatørers ergonomiske belastning mot Arbeidsmiljølovens § 4-1.Generelle krav til arbeidsmiljøet, hvor det står beskrevet at «…Arbeidsmiljøet i virksomhetene skal være fullt forsvarlig ut fra en enkeltvis og samlet vurdering av faktorer, som kan innvirke på arbeidstakernes fysiske og psykiske helse». I Aktivitetsforskriftens § 33. Tilrettelegging av arbeid heter det at «…Tilretteleggingen skal gjøres ut fra en enkeltvis og samlet vurdering av akutte og langvarige påvirkninger fra de ulike arbeidsmiljøfaktorene, og ut fra en vurdering av hvordan teknologi og organisasjon påvirker mulighetene for å arbeide sikkert».

Som et resultat av tidligere indentifisert gap, samt fokus fra myndigheter etablerte ergonomer fra operatørselskaper i oljebransjen en arbeidsgruppe i 2020, med representanter fra selskapene: Equinor, Aker BP, Vår Energi, Conoco Phillips, Shell.   
  
Excel risikovurderingsverktøy: «Risikovurdering av ventiler\_2020» samt dette dokumentet er resultatet av utviklingsarbeidet.

**En stor takk til Øystein Wiggen og Julie Renberg fra SINTEF, som deltok i utviklingsarbeidet.**

**Arbeidsgruppe**Ergonomer:

Jane Tangen, Vår Energi

Janne Risa, Conoco Phillips

Kjellrun Eik, Equinor

Ken Milne, Aker BP

Siri Henriksen, Norske Shell

Kristin Sommer, Equinor

1. **INNLEDNING**

Det er svært mange faktorer som påvirker kraft og dreiemoment knyttet til ventilhåndtering og det er stor uenighet i hvor stor kraftbelastning (N) eller dreiemoment (Nm) en operatør vil klare å håndtere manuelt ved manuell betjening av ventiler (se teori i kapittel 5).

Grunnet mange variabler (indre og ytre krefter) er det vanskelig å komme med konkrete råd knyttet til grenseverdier for manuell betjening av ventiler. Derimot beskriver kapittel 5 hvordan tilgjengelig empiri kan benyttes som et utgangspunkt for beste praksis i bransjen; både for ventiler med diameter <300 mm (små ventiler) og mellom 300-700 mm (mellomstore/ «vanlige» ventiler).  
Grenseverdier, lovkrav og faglig anbefaling basert på tilgjengelig empiri er samlet i sluttproduktet av dette utviklingsarbeidet; «Risikovurdering av ventiler\_2020».

Tilgjengelig evidensgrunnlag har synliggjort et tydelig behov for videre forskning og studier på operatører i felt, herunder spesielt på kvinnelige operatører og ventilratt over 700 mm diameter. En multiplikasjonsfaktor for kraft mot tilkomst og rekkevidde hadde videre økt validitet og reliabilitet i risikovurderinger.

# FORMÅL

Dette dokumentet har som formål å være en beste praksis for kartlegging av ergonomisk belastning knyttet til operering av manuelt betjente ventiler - opp mot anbefalt kraftgrense og lovkrav.

Formålet er å legge til rette for- og underlette operering av ventiler, beskytte operatører mot muskel- og skjelettplager og redusere sannsynligheten for feilhåndtering og derigjennom bidra til en sikker arbeidsprosess uten produksjonsstans.

Målgruppa for bruk av verktøyet er ergonomer i oljeselskaper, bedriftshelsetjenester, landanlegg eller andre næringer, hvor kartlegging av ventiler er relevant.

Risikovurdering utføres av relevant fagperson (fortrinnsvis ergonom), og i samarbeid med operatør, som håndterer ventilen. Tiltak bør forankres med arbeidstakere og vernetjeneste før presentasjon for ledelse og beslutningstakere.

Verktøyet kan forankres under allerede etablert styringssystem i selskapene, eller benyttes som et frittstående verktøy ved ulike risikovurderingsoppdrag.

**Punktene under beskriver i hvilke situasjoner verktøyet kan være formålstjenlig:**

* Designkrav for nybygg/ modifikasjoner av manuelle ventiler og bruk av disse.
* Lovkrav knyttet til ergonomiske forhold ved manuell betjening av ventiler.
* Overordnet og samlet oversikt over ergonomisk belastning knyttet til operering av manuelt betjente ventiler
* Oversikt- og synliggjøring av ulike områder, hvor ventiler blir operert manuelt.
* Identifisering av tiltak for reduksjon av ergonomisk risiko.

Se kapittel 5 for beskrivelse av informasjon, som skal fylles inn i «Risikovurdering av ventiler\_2020».

# BEGREPER

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nr.** | **Begrep** | **Beskrivelse** |
|  | Manuell håndtering | Manuell håndtering defineres som løfte, senke, bære, dra eller skyve, som regel med kraftbruk (menneske og materialer; «manual material handling»)[[1]](#footnote-2)  I denne oppgaven forstås manuell håndtering som den kraften en arbeidstaker må utøve for å betjene/ operere en ventil. |
|  | Ventil | Ventil er en enhet som regulerer, styrer eller kontrollerer strømmen av en væske (gasser, væsker, fluidiserte faste stoffer eller slam).  Ventiler som kan betjenes manuelt har enten håndtak, spak, pedal eller hjul. De fleste av disse kan måles ved en kraftmåler/ dynamometer. |
|  | Tilkomst/ Adkomst | Tilkomst forstås i denne sammenheng, som posisjon på arbeidsområdet.  Adkomst forstås i denne sammenheng, som veien til arbeidsområdet. |
|  | Dynamometer/ Force Gauge | Dynamometer er et instrument til å bestemme størrelsen av en kraft. Ved måling av ventiler brukes instrumentet til å måle kraften som arbeidstakere blir utsatt for ved manuell håndtering/ operering av ventil. |
|  | Tyngdekraft/ kraft  Newton (N) | Tyngdens akselerasjon (tyngdekraft) ved fritt fall mot jorda er ca. 9,81 m/s2. En masse på 1 kg vil være utsatt for en tyngdekraft på 1kg x9,81 m/s2 = 9,81 Newton.[[2]](#footnote-3) Newton er avledet SI-enhet (måleenhet) for kraft.  Et objekt med gravitasjonsmasse 1 kg veier hermed 9,81 Newton.  (Grovt sett kan vi gange kilo med ti for å konvertere til Newton).  Se tabell 1-3 i kapittel 5 for risiko knyttet til kraftgrense målt i Newton. |
|  | Diameter/ radius på ventilratt | Diameter er lengden på tvers av en hjul-ventiler (ratt)  Radius er halvparten av diameter. Både diameter og radius måles i millimeter (mm).   * **Små ventilratt:**  Diameter mindre enn 300 mm kalles ‘små ventiler’ og opereres gjerne med en hånd. Se anbefalte kraftgrenser i tabell 3. * **Mellomstore ventilratt:**  Diameter mellom 300 mm og 700 mm karakteriseres gjerne som ‘vanlig størrelse’ for manuell betjening. Se anbefalte kraftgrenser i tabell 1. * **Store ventilratt:**  Diameter >700 mm kalles gjerne ‘store ventiler’ og er ikke så alminnelige ved manuell håndtering. Grunnet manglende empiri på kraftgrenser til store ventiler gir dette utviklingsarbeidet ingen anbefalinger på kraftgrenser til ventiler med diameter > 700mm. |
|  | Kraftmoment/ Dreiemoment/ Torque/ Newton meter (Nm) | Dersom lengden og kraften står vinkelrett på hverandre, slik som måling av ventiler, blir størrelsen av kraften målt i dreiemoment/ kraftmoment (engelsk Torque). Dreiemoment = Kraft (F) x arm (radius). SI-enheten (universal måleenhet) for dreiemoment er Newton meter (Nm). Nm er det samme som Newton ganger meter  Den fysiske størrelsen av kraft og lengde.  I forbindelse med måling av ventiler forstås radius som avstand i mm fra senter av ventilratt til der stroppen/ tauet festes.  Armen (r) er avstanden fra kraftens retningslinje til en akse som legemet roterer om. **M = F x r**. Når vi drar eller skyver på ventilrattet bruker vi kraft (F). Kraftmomentet blir større jo større kraft vi bruker (F), og jo lengre ut på håndtaket vi holder (r). Det er dette som menes med uttrykket «kraft ganger arm».  Jo større diameter på hjulet, jo større dreiemoment, men samtidig jo mindre kraftgenereringsevne. Det vil si at det er en «trade-off» mellom evnene til å generere dreiemoment og evnen til å generere kraft. (Al-Quasi 2019)  Kraftmomentet er større når vi setter kraften inn på enden av skaftet enn når vi bruker samme kraft nærmere senter av ventil. Dersom radius forlenges (ved rattnøkkel, forlengerarm eller lignende) kan antall N økes uten at arbeidstaker blir utsatt for større totaleksponering:  1 Newton force + 1 meter moment arm = 1 Nm 2 Newton force + 0,5 meter moment arm = 1 Nm    R= Radius OF = Operating Force  Se tabell 1-3 i kapittel 5 for risiko knyttet til utregnet dreiemoment basert på kraftmåling i Newton. |
|  | Åpningskraft,  Cracking Force/  Vedlikeholdskraft | * Åpningskraft: Den første kraften som må til for å løsne ventilratt, målt i Newton (N) eller Newton meter (Nm). * Vedlikeholdskraft: Den kraften som trengs for å fortsette å åpne ventilen etter at den har kommet på gli, altså etter cracking force, målt i N eller Nm. |
|  | Risiko | * Risiko forstås i denne sammenheng som sannsynligheten for å utvikle muskel og skjelettplager relatert til arbeidets art, med tilhørende usikkerhet. * Risikonivå knyttet til kraftgenser inndeles i:   + Liten risiko – Grønn farge   + Middels risiko – Gul farge   + Høy risiko – Rød farge   Risikonivå og anbefalt kraftgrense knyttet til kraftpåvirkning er ulikt for menn og kvinner. Se teoriavsnitt. |

# MÅLING AV MANUELT BETJENTE VENTILER MED DYNAMOMETER

#### 5.1 Drøfting av tilgjengelig empiri

Det er mange faktorer som påvirker kraft og dreiemoment knyttet til ventilhåndtering. På arbeidsstedet vil tilkomst, ventilhøyde, ytre faktorer (klima), antall turn, hyppighet i bruk, vedlikeholdsfrekvens, verneutstyr, tilgjengelige hjelpemidler (med mere) påvirke hvilken kraft, som kreves ved manuell håndtering. Dessuten vil individuelle variabler på operatør; som kjønn, alder, høyde, fysikk, erfaring, psykososiale faktorer (med mere) påvirke hvordan operatør responderer på arbeidsbelastning fra den manuell betjening av ventilen.

Grunnet mange variabler er det vanskelig å komme med konkrete råd knyttet til grenseverdier for manuell betjening. Derimot beskriver avsnittene under hvordan tilgjengelig empiri kan benyttes som et utgangspunkt for beste praksis i bransjen; både for ventiler med diameter <300 mm og mellom 300-700 mm. Grunnet manglende emipiri på ventilratt > 700 mm er ikke dette inkludert i dette utviklingsarbeidet.

Det er stor uenighet i størrelsen av kraftbelastning (N) eller dreiemoment (Nm) en operatør vil klare å håndtere manuelt ved betjening av ventiler.

«Guidelines for Manual Operation of Valves» mener at en arbeidstaker som opererer en ventil typisk vil klare en belastning på 670 N (ca. 67 kg) med en rekkevidde på omkring 300 mm i- eller rundt hoftehøyde. Standarder som EN12570:2000 og MSS VFI 2009 beskriver at opptil 1000 N (ca 100 kg) med optimal tilkomst og diameter >300 mm på ventilratt kan være akseptabelt.

Et av de mest interessante studiene som er funnet i dette utviklingsarbeidet; på ventiler mellom 300-700 mm diameter, er Attwood 2002, som faktisk er utført på operatører/ fagpersoner (menn, ikke kvinner).

Her ble 5 prosent persentilen på mannlige operatører benyttet, som betyr at 95% av utvalget var sterke nok til å kunne håndtere ventilen. I dette studiet brukte de hansker og fikk lov til å bruke «eikene på ventilrattet», som er sammenlignbart med teknikk benyttet i olje- og gassindustrien.   
**Dette utviklingsarbeidet anbefaler å benytte trafikklys-kraftgrenser fra dette studiet, som bransjestandard for risikovurdering av ventiler med 300-700 mm diameter. Se tabell 1 under.**   
Anbefalinger fra SINTEF basert på empiri foreslår at kraftgrenser for maks åpningskraft halveres for kvinner med ventilratt 300-700mm.

Et av de nyere studiene som er utført for ventilratt mellom 300-700 mm diameter, er Al-Quasi 2019. Den er utført på både menn og kvinner. Dette studiet ligger til grunn for risikoscore dreiemoment, se tabell 2. Dette studiet er, som de aller fleste andre studier på kraftmåling ventiler, utført på utrente personer (gjerne studenter) og ikke operatører. Dette kan være årsaken til de veldig lave grenseverdiene, som også medfører svært konservativ risikoscore (ca. halvparten av det som er anbefalt i Attwood 2002) – og anbefaler kraftgrenser på tvers av kjønn. På grunn av dette anbefales at disse grensene benyttes som supplement til tabell 1 og ikke motsatt.

For små ventilratt (< 300 mm) er især studiet Shih et.al 1997, utført på både menn og kvinner, svært interessant. Ratt i denne størrelsen beskrives som små ventiler, og håndteres ofte med bare en hånd (enhåndshåndtering). Dette studiet indikerer at oppgitt kraftgrense fra leverandører på ventiler i denne størrelsen (ofte satt til 223 N - 23 kg) er for høy og bør nedjusteres.  
Studiet konkluderer, ved bruk av 5 prosent percentilen, at anbefalt åpningskraft for menn ikke bør overstige 86 N og for kvinner 66 N for ventilratt < 300 mm. Se tabell 3. Små ventiler i frontalplan ga minst anstrengelser og dermed mest ideelt ved manuell betjening.  
Basert på studiet foreslås at kraftgrenser for maks åpningskraft reduseres med ca. 2/3 av styrken for kvinner vs. menn på ventilratt med diameter <300 mm (basert på studier med enhåndsoperering). Dette bør ikke benyttes som en fasit for kraftgrenser mellom menn og kvinner, men gir en indikasjon på at det ikke blir større forskjeller mellom menn og kvinner på små ventilratt; snarere tvert imot.

Dersom kraftmåling av ventil ved dynamometer viser at anbefalte kraftgrense (mann eller kvinne) er oversteget, bør tiltak utføres. I hovedsak iverksettes tiltak ved hjelpemiddel, som forlenger armen (avstand fra kraftens retningslinje), som hermed reduserer kraftbelastning (N) for operatøren og gjør ventilen enklere å håndtere. Tiltaket kan være en rattnøkkel, forlengerarm eller lignende.   
For å verifisere at kraft etter iverksatt tiltak er innenfor anbefalte kraftgrenser, kan kraften måles på nytt på forlengerarmen istedenfor på ventilrattet. Kraftpåvirkning (N) ved dynamometer vil være redusert. Kraftmomentet (produktet av kraft og arm samlet) kan enten være redusert eller være uforandret (radius er økt, men kraft er redusert). Se utførelse av kraftmåling i kapittel 5.2.

**Basert på tilgjengelig empiri kan vi på et generelt grunnlag si at:**

* Jo større diameter på hjulet, jo større dreiemoment, men samtidig jo mindre kraftgenereringsevne. Det vil si at det er en «trade-off» mellom evnene til å generere dreiemoment og evnen til å generere kraft. (Al-Quasi 2019)
* Størst kraftgenereringsevne er funnet ved vertikalt orientert hjul i høyde over skuldrene, men ikke anbefalt fordi dette er en dårlig arbeidsstilling. (Attwood 2002, Al- Qaisi 2015)
* Best kraftfordeling mellom musklene er funnet ved vannrett plassering i skulderhøyde (basert på EMG mål). (Al- Qaisi 2018)
* 45 graders vinkel på hjulet bør unngås. (Al-Qaisi 2019)
* I alle studiene som er benyttet i dette utviklingsarbeidet er det tatt høyde for at den ansatte ikke opererer ventiler mange ganger i løpet av en arbeidsdag. Dersom man gjør det anbefales det å bruke en likning der man legger inn hvor stor del av arbeidsdagen som brukes på dette – jo oftere, jo lavere maksimal anbefalt kraft pr gang. (Potvin 2012).

Tilgjengelig evidensgrunnlag har synliggjort et tydelig behov for videre forskning og studier på operatører i felt, herunder spesielt på kvinnelige operatører og ventilratt over 700 mm diameter. En multiplikasjonsfaktor for kraft mot tilkomst og rekkevidde hadde videre økt validitet og reliabilitet i risikovurderinger.

**Tabell 1: Anbefalinger på grenseverdier kraft ventiler 300-700 mm diameter (Attwood)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Risikoscore ventiler 300mm- 700mm | Kraftgrense menn (Newton) | Kraftgrense kvinner (Newton) Anbefaling fra SINTEF |
| Lav risiko | < 300 N | < 150 N |
| Middels risiko | 300- 500 N | 150- 250 N |
| Høy risiko | > 500 N | > 250 N |

**Tabell 2: Anbefalinger på grenseverdier dreiemoment ventiler 300-700 mm diameter (Al Quasi)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Risiko ventiler 300mm- 700mm diamenter | Dreiemoment Åpningskraft (Utregnet kraft vurderes opp mot radius ventilratt kvinner og menn) | Dreiemoment Vedlikeholdskraft (Utregnet kraft vurderes opp mot radius ventilratt kvinner og menn) | Dreiemomentet er produkt av kraft (Newton) x vektarm (radius) |
| Lav risiko | <=26Nm med god plassering og vinkel | <=25Nm med god plassering og vinkel | For å regne motsatt vei må diameter oppgitt i (m) deles på to for radius og ganges med kraften; Eks. 400/1000/2\*300= 60 Nm (rødt).  Ved Al Quasi (tabell 1) ville dette regnestykket vært gult for menn og rødt for kvinner. |
| Middels risiko | <=57Nm med utfordrende plassering og vinkel | <=39Nm med utfordrende plassering og vinkel |
| Høy risiko | >=57Nm | >=39Nm |

**Tabell 3: Anbefalinger på grenseverdier kraft for ventiler < 300 mm diameter (Shih)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Risiko ventiler < 300mm diamenter | Kraftgrense menn (Newton) | Kraftgrense kvinner (Newton) | Grenseverdier for vektarm  < 300 mm.  Små ratt, som gjerne håndteres med en hånd har ikke middels risiko i dag basert på empiri. |
| Lav og middels risiko - akseptabel | <= 86 N | <= 66 N |
| Middels risiko | Ikke oppgitt | Ikke oppgitt |
| Høy risiko – ikke akseptabel | > 86 N | > 66 N |

Tabell 1-3 er samlet i en og samme tabell 4, sammen med tilkomst.

**Tabell 4: Tabell med samlet oversikt over tilkomst, kraftgrenser og dreiemoment**

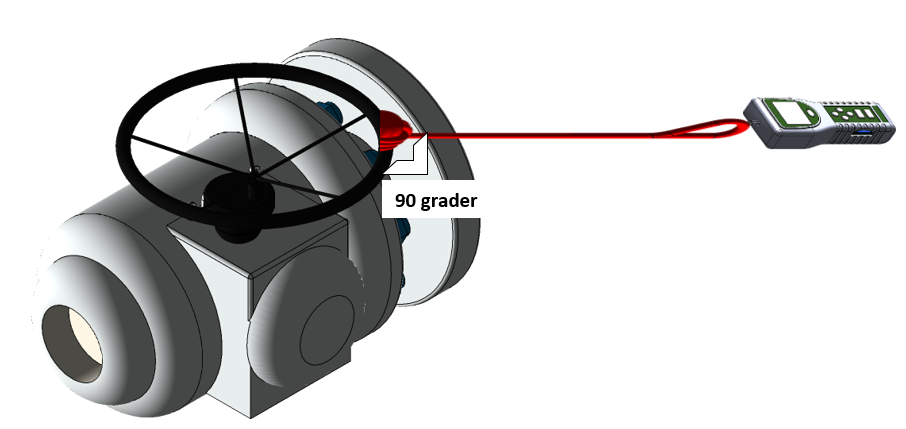
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Grenseverdi  Dreiemoment (Nm) Åpningskraft | Grenseverdi  Dreiemoment (Nm) Vedlikeholdskraft | **Grenseverdi Kraftgrenser (N)**  **Åpningskraft** | **Horisontal-stilte ventiler** (inkl. skråstilte ventiler) | | **Maks Høyde** | **Vertikal-stilte ventiler** | | **Grenseverdi Kraftgrenser (N)**  **Åpningskraft** | Grenseverdi  Dreiemoment (Nm) Vedlikeholdskraft | Grenseverdi  Dreiemoment (Nm) Vedlikeholdskraft |
| Mellomstore Ventiler  (300-700 mm) >=57Nm Mann og kvinne | Mellomstore Ventiler  (300-700 mm)  >=39Nm Mann og kvinne | Mellomstore ventiler  (300-700 mm)  > 500 N MENN > 250 N KVINNER  Små ventiler  (<300mm)  > 86 N MENN > 66 N KVINNER | Bør unngås | Rød | **2000** | Rød | Bør unngås | Mellomstore ventiler  (300-700 mm)  > 500 N MENN > 250 N KVINNER  Små ventiler  (<300mm)  > 86 N MENN > 66 N KVINNER | Mellomstore Ventiler  (300-700 mm) >=57Nm Mann og kvinne | Mellomstore Ventiler  (300-700 mm) >=39Nm Mann og kvinne |
| Rød | **1900** | Rød |
| Rød | **1800** | Rød |
| Rød | **1700** | Rød |
| Rød | **1600** | Rød |
| Rød | **1500** | Rød |
| Ventiler 300-700 mm diameter: <=26Nm med god plassering og vinkel Mann og kvinne | Ventiler 300-700 mm diameter: <=25Nm med god plassering og vinkel Mann og kvinne | Mellomstore ventiler  (300-700 mm)  < 300 N MENN < 150 N KVINNER  Små ventiler  (<300mm)  =< 86 N MENN =< 66 N KVINNER | Foretrukket område | Grønn | **1400** |  | Foretrukket område | Mellomstore ventiler  (300-700 mm)  < 300 N MENN < 150 N KVINNER  Små ventiler  (<300mm)  =< 86 N MENN =< 66 N KVINNER | Ventiler 300-700 mm diameter: <=26Nm med god plassering og vinkel Mann og kvinne | Ventiler 300-700 mm diameter: <=25Nm med god plassering og vinkel Mann og kvinne |
| Grønn | **1300** | Grønn |
| Grønn | **1200** | Grønn |
| Grønn | **1100** | Grønn |
| Grønn | **1000** | Grønn |
| Grønn | **900** | Gul | Akseptabelt område | Mellomstore ventiler  (300-700 mm)  300-500 N MENN 150-250 N KVINNER | <=57Nm med utfordrende plassering og vinkel | <=39Nm med utfordrende plassering og vinkel |
| Grønn | **800** | Gul |
| Ventiler 300-700 mm diameter: <=57Nm med utfordrende plassering og vinkel Mann og kvinne | Ventiler 300-700 mm diameter: <=39Nm med utfordrende plassering og vinkel Mann og kvinne | Mellomstore ventiler  (300-700 mm)  300-500 N MENN 150-250 N KVINNER | Akseptabelt område | Gul | **700** |  |
| Gul | **600** | Gul |
| Gul | **500** | Rød | Bør unngås | Mellomstore ventiler  (300-700 mm)  > 500 N MENN > 250 N KVINNER  Små ventiler  (<300mm)  > 86 N MENN > 66 N KVINNER | Ventiler 300-700 mm diameter: >=57Nm Mann og kvinne | Ventiler 300-700 mm diameter: >=39Nm Mann og kvinne |
| Ventiler 300-700 mm diameter: >=57Nm Mann og kvinne | Ventiler 300-700 mm diameter: >=39Nm Mann og kvinne | Mellomstore ventiler  (300-700 mm)  > 500 N MENN > 250 N KVINNER  Små ventiler  (<300mm)  > 86 N MENN > 66 N KVINNER | Bør unngås | Rød | **400** | Rød |
| Rød | **300** | Rød |
| Rød | **200** | Rød |
| Rød | **100** | Rød |
| Rød | **0** | Rød |

#### 5.2 Beregning av maksimal åpningskraft (maks cracking force)

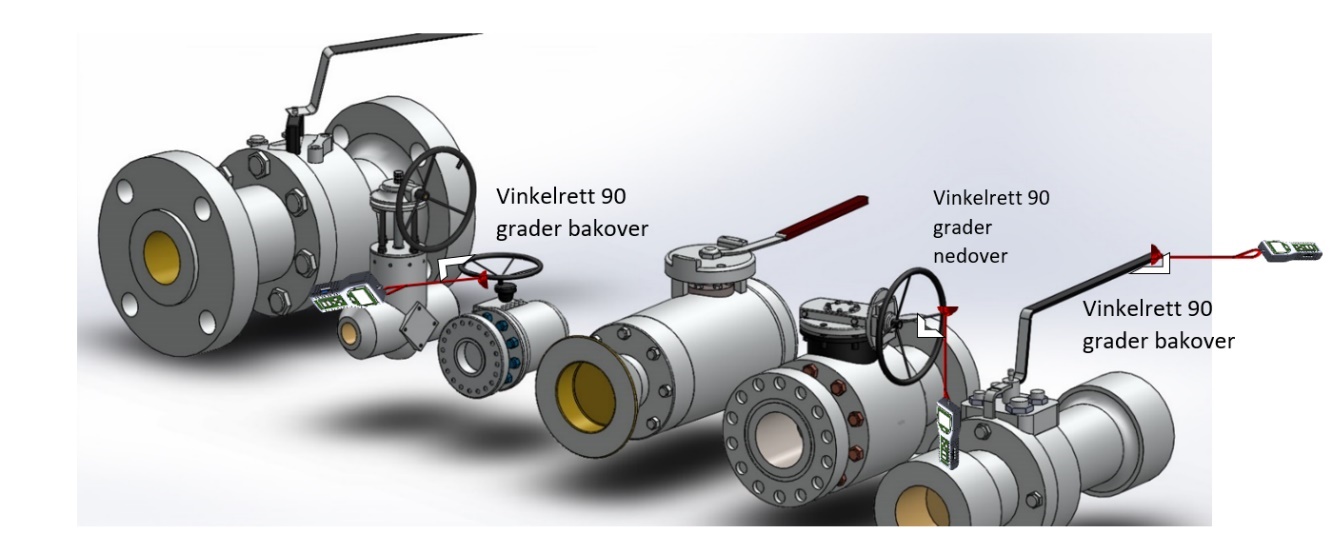


1. Benytt et dynamometer med dobbelt håndtak og krok for feste av tau/stropp mellom ventilhåndtak og dynamometer, tilsvarende bilder under. Dynamometeret skal settes på måling av “peak value”.
2. Dynamometer festes til tau/ stropp, som monteres på ytre ring av ventil, i vinkel på 90 grader mellom ytre ring og tau.
3. Kraften måles ved å trekke rolig i dynamometeret helt til ventilhåndtaket begynner å bevege seg.
4. Trekk i samme retning som ventilhåndtaket åpnes, se figur 1 og 2.
   1. Trekk vinkelrett bakover fra horisontalstilte ventiler
   2. Trekk vinkelrett ned fra vertikalt stilte ventiler
   3. Trekk skrått nedover fra skråstilteventiler

Figur 1 – Horisontalstilt ventil



Figur 2 – Horisontal- og vertikalstilte ventiler



# VEILEDNING TIL UTFYLLING AV EXCEL-ARK

Excel-arket i fane 1: «Risikovurdering ventiler\_2020» starter fra venstre med generell informasjon om arbeidet som skal utføres på ventilen og fortsetter med kartlegging av spesifikke faktorer som påvirker fysiske krav til utførelse av arbeid basert på krav i lovverk og gjeldende standarder.   
Det er lagt inn kommentar i overskrift på hver celle i excel-arket, som beskriver hvilken informasjon som skal legges inn.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Hvite celler i Excel-ark fylles med fritekst |
|  | IKKE fyll inn grå celler i Excel-ark; disse autogeneres! |
|  | Celler i gult på Excel-ark har nedtrekkmeny |

#### 6.1 Data som samles inn og føres i Excelarket «Risikovurdering ventiler\_2020»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nr.** | **Tema** | **Beskrivelse** |
|  | Installasjon | Fyll inn installasjon, hvor risikovurdering utføres |
|  | Firma | Fyll inn selskap/ firma, som risikovurdering utføres for |
|  | Fagperson(er) | Fyll inn fagperson(er) som utføres risikovurdering |
|  | Område | Fyll inn området, som ventil betjenes i |
|  | Yrkesgruppe | Fyll inn yrkesgruppe, som betjener ventilen |
|  | Tag nr. | Fyll inn Tag nummer knyttet opp mot ventilen |
|  | Prioritet | **Ikke fyll inn!**  Denne autogenereres basert på input mot lovkrav for å hjelpe med en oversikt over hvilke ventiler det bør prioriteres tiltak på. |
|  | Sikkerhetskritisk | Fyll inn om ventilen er sikkerhetskritisk og/ eller hyppig i bruk fra nedtrekkmeny, som vist i punkter under:  1. Ventiler som er avgjørende for produksjon, prosess-sikkerhet eller integritet  2. Spesielt store ventiler (> 700 mm)  3. Motoriserte ventiler med høy feil-rate kombinert med behov for hurtig korrigerende tiltak  4. Ventiler som benyttes i vedlikehold eller under produksjon, der feil-rate er ukjent og/ eller ikke pålitelig  5. Ventiler, som gir store konsekvenser ved evt. feil (eksempelvis shut-down, skade på utstyr og mennesker)  Ventiler, der vedlikeholdshyppighet og inspeksjon stort sett er på daglig basis |
|  | Type ventil | Fyll inn hvilken type ventil som opereres/ kartlegges;   * Hjul/ ratt * Håndtak * Spak * Pedal |
|  | Varighet | Fyll inn antall minutt ventilen betjenes per manuell betjening |
|  | Frekvens | Fyll inn frekvensen som ventilen totalt betjenes for stillingskategori(ene) fra nedtrekkmeny:   * Flere ganger daglig * Daglig * Ukentlig * Månedlig * Årlig * Sjeldnere enn årlig (revisjonsstans, kampanje o.l) |
|  | Antall personer | Fyll inn antall personer, som deltar i operering av ventil fra nedtrekkmeny, hentet fra REBA:   * Good: Well fitted handles and mid range power grip * Fair: Acceptable but not ideal holding or coupling, acceptable with another body part * Poor: Hand hold not acceptable but possible * Unacceptable: No handles, awkward, unsafe with any body part |
|  | Horisontal ventilhøyde | Fylll inn horisontal høyde på ventil, oppgitt i millimeter (mm) fra grating (uavhengig av hjelpemidler/ tilkomst) til senter av ventil. Gjelder også skråstilt. (NORSOK S-002:2018) Tabell 6 i dette dokumentet. |
|  | Vertikal ventilhøyde | Fylll inn vertikal høyde på ventil, oppgitt i millimeter (mm) fra grating (uavhengig av hjelpemidler/ tilkomst) til senter av ventilratt. (NORSOK S-002:2018) Tabell 6 i dette dokumentet. |
|  | Diameter ventilratt | Fyll inn diameter på ventilratt, oppgitt i mm. Ved spak må radius og lengde ganges med to for å få diameter. (Et ventilratt på 30 cm oppgis som 300 mm). |
|  | Størrelse ratt | **Ikke fyll inn!**  Basert på input i diameter autogenereres: ‘Lite-, mellomstort-, stort ventilratt’. Utregning av kraftgrenser vil ikke fungere dersom diameter er >700 mm. |
|  | Grep ventilratt | * Fyll inn grepet basert på nedtrekkmeny:  Good: Well fitted handles and mid-range power grip * Fair: Acceptable but not ideal holding or coupling, acceptable with another body part * Poor: Hand hold not acceptable but possible * Unacceptable: No handles, awkward, unsafe with any body part |
|  | Omdreininger | Fyll inn antall omdreininger fra helt stengt til helt åpen.  (NORSOK S-002, 7.8.2 Ventiler: «Manuelle ventiler med gir bør utstyres med aktuator dersom antall omdreininger med ventilrattet overstiger 100 fra helt stengt til helt åpen ventil»). Se tabell 6 i dette dokumentet. |
|  | Rekkevidde | Fyll inn avstand fra senter av kropp til senter av ventilratt. |
|  | Arbeidsområde | Fyll inn arbeidsområdet, rom for å arbeide, oppgitt i mm (NORSOK S-002: 8.1, tabell nr. 6 Ved arbeidsstilling for atkomst til fast utstyr under drift/vedlikehold: 700 mm rom for å arbeide) Se tabell 6 i dette dokumentet. |
|  | Avstand/ hindring | Fyll inn avstand/ hindring, oppgitt i mm (Norsok S-002: 8.1, Tabell 2: <=75 mm horisontalt og vertikalt) Se tabell 6 i dette dokumentet. |
|  | Maks målt åpningskraft <300 mm | DERSOM VENTILRATT ER LITE!: Fyll inn målt maks åpningskraft ved dynamometer, oppgitt i Newton (N) |
|  | Maks målt åpningskraft 300-700 mm (N) | DERSOM VENTILRATT ER MELLOMSTORT!!:  Fyll inn målt maks åpningskraft ved dynamometer, oppgitt i Newton (N) |
|  | Risikoscore MENN Newton | **Ikke fyll inn!**  Denne utregnes automatisk fra størrelse og kraft på ventilratt.  OBS! Cellen forblir hvit ved error. |
|  | Risikoscore KVINNER Newton | **Ikke fyll inn!**  Denne utregnes automatisk fra størrelse og kraft på ventilratt.  OBS! Cellen forblir hvit ved error. |
|  | Behov for tilrettelegging kraftarm | **Ikke fyll inn!**  Denne fylles ut automatisk basert på risikoscore kraft |
|  | Utregnet dreiemoment  (Nm – gjeldende for ventiler 300-700 mm) | **Ikke fyll inn!**  Newton omregnes automatisk til Newton meter ved å omregne diameter (fra radius oppgitt i meter) og gange med maks målt åpningskraft. |
|  | Opplevd kraftbelastning | * Fyll inn arbeidstakers vurdering av fysisk kraftbelastning for håndtering av denne ventilen, basert på nedtrekkmeny:  Lett * Litt tung * Veldig tung |
|  | Høyde Arbeidsstilling vs. Grating | * Fyll inn høyde til arbeidsstilling i arbeidsstillingen vs. Høyde på grating, basert på nedtrekksmeny:  Personen står på grating eller på permanent tilkomst (Grønn) * Personen må klatre opp < 0,5 m (Gul) * Personen må klatre opp > 0,5 m (Rød) |
|  | Spesifikasjoner tilkomst | Fyll inn spesifikasjoner knyttet til tilkomst på arbeidsstedet, i excel-arket, basert på nedtrekkmeny:   * Bakke, gulv (Grønn) * Tilpasset rampe, stillas (Grønn) * Uhensiktsmessig rampe, stillas (Gul) * Gardintrapp (Rød) * Faste trappestiger/ leider (Rød) * Faste vertikalstilte stiger (Rød) * Ustabilt underlag/ glatt underlag (Rødt) * Uheldig arbeidsstilling (Rødt) |
|  | Adkomst (veien til arbeidsområdet) | Fyll inn adkomst til arbeidsstedet fra nedtrekkmeny:   * Akseptabel (Grønn) * Kan forbedres (Gul) * Uakseptabel (Rød) |
|  | Beskrivelse av tilkomst/ adkomst | Fyll inn en beskrivelse av tilkomst, arbeidsstilling eller adkomst hvis relevant |
|  | Ytre miljø | Fyll inn hvordan ventilen påvirkes av varme/ kuldevariasjoner, rør i nærområdet, vedlikeholdsfrekvens, vibrasjon, hastighet, værforhold, klima, belysning, etc. |
|  | Hjelpemidler | Fyll inn tilgjengelige hjelpemidler i operering, eksempelvis:   * Rattnøkkel * Karmøyvinsj/Moped * Kjetting   Fastmontert eller løst hjelpemiddel. Fungerer det tilfredsstillende? |
|  | Vekt på ventil | Fyll inn vekt på ventil, hvis relevant |
|  | Frekvens på vedlikehold/demontering [mnd] | Fyll inn frekvens på vedlikehold/ demontering av ventil, oppgitt per måned |
|  | Materialhåndtering | Fyll inn materialhåndteringskrav i henhold til NORSOK R-002 tabell B.1. Se tabell 7 i dette dokumentet. |
|  | Lovkrav grensesnitt (Avik eller ikke) | **Ikke fyll inn!** Lovkrav grensesnitt (avvik eller ikke) autogenereres basert på informasjon oppgitt i vertikal høyde, antall omdreininger, arbeidsområde, avstand/ hindring. |
|  | Behov for ergonomisk risikovurdering (REBA) | Ytterligere risikovurdering bør utføres ved avvik fra krav- eller kraftmåling.  Fyll inn behov for verifiserende/ spesifikke risikovurderinger; fortrinnsvis REBA, men også eksempelvis NIOSH, KIM løfte og bære, MAC, QEC, ErgoRisk. |
|  | Resultat fra REBA-vurdering | Fyll inn resultat fra REBA vurdering fra nedtrekkmeny:   * Not assesed * 1 Neglible risk * 2 Low risk, change may be needed * 3 Low risk, change may be needed * 4 Medium risk, further investigation, change soon * 5 Medium risk, further investigation, change soon * 6 Medium risk, further investigation, change soon * 7 Medium risk, further investigation, change soon * 8 High risk, investigate and implement change |
|  | Totalvurdering [1-3] | Fyll inn tall 1-3 i kolonne "BF".  Total risikoscore auto-genereres i kolonne BG.  Fagperson gjør en totalvurdering basert på: Kraftgrense menn/ kvinner, varighet/ hyppighet, tilkomst/ adkomst og hold dette opp mot eventuelle avvik mot lovkrav.  Dersom kraftgrense Newton er rød anbefales totalvurdering som "Høy Risiko". |
|  | Begrunnelse for totalvurdering, hva bør prioriteres videre? | Fyll inn begrunnelse for totalvurdering og hva som bør prioriteres videre. Begrunnelse forankres i hvor vidt arbeidsoperasjonen er compliant med samtlige lovkrav og holdes opp mot utførte kraftmålinger. |
|  | Anbefalte tiltak | Fyll inn anbefalte tiltak ved hjelp av NORSOK S-002 Tiltakshierarki:  1. Eliminasjon  2. Substitusjon  3. Tekniske løsninger  4. Organisatoriske løsninger  5. Hjelpemidler på personnivå/ PVU |
|  | Evt. Anbefalinger, bilder | Legg inn eventuelle referanser, bilder, Synerginummer etc. |

# HENVISNING TIL REGELVERK OG STANDARDER

**Aktuelle Lovkrav**

* Arbeidsmiljølovens § 4-1.Generelle krav til arbeidsmiljøet
* Aktivitetsforskriftens § 33. Tilrettelegging av arbeid

**Standarder og guidelines**

* NORSOK S-002
* NORSOK R-002
* EN 1005-3 Maskinsikkerhet – menneskets fysiske yteevne
* Normative referanser fra EN-1005-3:
* EN 614-1, Safety of machinery – Ergonomic design principles – Part 1: Terminology and general principles
* EN 1005-1:2001, Safety of machinery – Human physical performance – Part 1: Terms and definitions
* ISO 6385 Ergonomic principles in the design of work systems
* EN 1070, Safety of machinery – Terminology.
* NS-ISO 14122
* Guidelines for Manual Operation of Valves
* Industriventiler: Metode for bestemmelse av størrelsen på betjeningselementene
* EN12570:2000
* MSS VFI 2009

**Aktuelle studier/ håndbøker/ tilleggsinformasjon**

1. Shih 1997 The Effect of Valve Handwheel Type, Operating Plane, and Grasping Posture on Peak Torque Strength of Young Men and Women
2. Al-Quasi 2015 Effect of Handwheel Height and Angle on Operators Torque Production Capabilities
3. Al-Quasi 2018 The effects of valve-handwheel height and angle on neck, shoulder and back muscle loading.pdf
4. Al-Quasi 2019 Effect of Handwheel Diameter and Orientation on Torque Production Capabilities.pdf
5. 2002\_Attwood Valve article.pdf
6. Potvin 2012 Predicting Maximum Acceptable Efforts for repetitive tasks An equation based on duty cycle.pdf
7. Industriventiler: Metode for bestemmelse av størrelsen på betjeningselementene
8. Potvin 2012 Predicting maximum acceptable efforts for repetitive tasks: an equation based on duty cycle
9. Norsk olje og gass 2020, Håndbok i ventilteknikk: [Håndbøker og beste praksis (norskoljeoggass.no)](https://www.norskoljeoggass.no/drift/publikasjoner/handboker-og-beste-praksis/)

#### Relevante tabeller fra lovkrav og standarder

**Tabell 5: Utgangspunkt fra NORSOK S-002:2018**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Horisontal-stilte ventiler** (inkl. skråstilte ventiler) | | **Maks Høyde** | **Vertikal-stilte ventiler** | |
| Bør unngås | Rød | **2000** | Rød | Bør unngås |
| Rød | **1900** | Rød |
| Rød | **1800** | Rød |
| Rød | **1700** | Rød |
| Rød | **1600** | Rød |
| Rød | **1500** | Rød |
| Foretrukket område | Grønn | **1400** |  | Foretrukket område |
| Grønn | **1300** | Grønn |
| Grønn | **1200** | Grønn |
| Grønn | **1100** | Grønn |
| Grønn | **1000** | Grønn |
| Grønn | **900** | Gul | Akseptabelt område |
| Grønn | **800** | Gul |
| Akseptabelt område | Gul | **700** | Gul |
| Gul | **600** | Gul |
| Gul | **500** | Rød | Bør unngås |
| Bør unngås | Rød | **400** | Rød |
| Rød | **300** | Rød |
| Rød | **200** | Rød |
| Rød | **100** | Rød |
| Rød | **0** | Rød |

**Tabell 6: NORSOK S-002 (2018): 8.1 Områdegrenser Vertikale og horisontale klaringer og avstander (Tabell 2), 6.2 krav til atkomstløsninger og 7.8.2 Ventiler**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Beskrivelse** | **Krav** | **Referanse** |
| Ved arbeidsstilling for atkomst til fast utstyr under drift/vedlikehold | Minimum 700 mm rom for å arbeide | NORSOK S-002 (2018):  8.1 Vertikale og horisontale klaringer og avstander, Tabell 2 |
| Operatørens rekkevidde til utstyr | < = 500 mm er ok | NORSOK S-002 (2018):  8.1 Vertikale og horisontale klaringer og avstander, Tabell 2 |
| Avstand mellom håndhjul/skrunøkler på ventiler og en hindring | < = 75 mm er ok | NORSOK S-002 (2018):  8.1 Vertikale og horisontale klaringer og avstander, Tabell 2 |
| Senterhøyden på styringsenhetene over gulvnivå (innebefattet ventilhåndtak, brytere, knapper, skjermer med taster osv.) | Maks 1800 mm | NORSOK S-002 (2018):  8.1 Vertikale og horisontale klaringer og avstander, Tabell 2  Nærmere beskrevet i figur 4 i NORSOK S-002 7.8.2 |
| Det skal være enkel atkomst for betjening service, inspeksjon avlesning, vedlikehold og rengjøring. |  | Norsok S 002 -2018, 6.2.1 Krav til atkomstløsninger |
| Det skal tas hensyn til hvor ofte det er nødvendig med atkomst, og til behov for atkomst i nødsituasjoner |  | Norsok S 002 -2018,  6.2.1 Krav til atkomstløsninger |
| Det skal sørges for permanent atkomst til utstyr som trenger vedlikehold og/eller operatørtilsyn som; koblingsbokser, flomlys, lysarmatur, motorer, **ventiler**, instrumenter, nødstoppbrytere, brann- og gassdetektorer, løftebjelker/løfteører med mindre ett av følgende vilkår er oppfylt:  -trygg atkomst kan oppnås ved bruk av trappestige/arb.bukk på maks høyde 1250 mm  -trygg atkomst fra midlertidig/flyttbar plattform som ikke krever stillasbygging (eks sakseløft).  -aktiviteten kan planlegges for og utføres ved planlagt vedlikehold/revisjonsstans, og trygg atkomst kan oppnås ved bruk av stillas (eks mannhull, lufteventiler for trykktesting.) |  | Norsok S 002 -2018  6.2.1 Krav til atkomstløsninger |
| Daglig atkomst | Skal utformes i denne rekkefølgen:  1) bakkenivå/gulv  2) ramper  3) trapp | NORSOK S-002 (2018):  6.2.1 Krav til atkomstløsninger  NS-ISO 14122 (alle deler) |
| Atkomstfrekvens lavere enn daglig eller der 1-3 ikke er mulig: | 4) faste skråstilte trappestiger  5) faste vertikale stiger | Norsok S 002 -2018,  6.2.1 Krav til atkomstløsninger  NS-ISO 14122-1:2016 |
| Atkomstfrekvens årlig eller sjeldnere | Kan benytte midlertidig atkomst | Norsok S 002 -2018,  6.2.1 Krav til atkomstløsninger  NS-ISO 14122-1:2016 |
| Utstikkende gjenstander skal unngås i gangveier, atkomstveier og transportveier. |  | Norsok S-002 (2018)  6.2.1 Krav til atkomstløsninger |
| Glatte gulvoverflater skal unngås i arbeidsområder og atkomstveier. Sklisikre system i trapper, stiger og øverste trinnet på dekk-plattformnivå. |  | Norsok S-002 -2018,  6.2.1 Krav til atkomstløsninger  Norsok C-002 |
| Ventiler | Manuelt betjente ventiler skal være utformet i samsvar med NS-EN 1005-3. Manuelle ventiler med gir bør utstyres med aktuator dersom antall omdreininger med ventilratt overstiger 100 fra helt stengt til helt åpen ventil. | Norsok S-002 -2018,  7.8.2 Ventiler |

**Tabell 7: R 002 (2017) Annex B, Table B.1 Requirements for material handling**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Weight | Maintenance Interval | | |
| <2 years | 2years to 5 years | >5 years |
| 25 to 200kg | A\* | B\* | C\* |
| 200kg to 2 tonnes | A\* | B\* | B\* |
| >2 tonnes | A\* | A\* | A\* |

A\* Permanently installed lifting appliances, e.g cranes or foundations such as runway ––beams/lifting lugs for assembly of hoists.

B\* A description (material handling plan) for material handling of equipment with use of –––temporary lifting equipment (rigging). The plan shall include documentation of structural capacity of all lifting points of more than 200kg.

C\* No requirements for documentation of material handling.

### Vedlegg

Dette dokumentet har ingen tilhørende vedlegg.

1. www.Stami.no [↑](#footnote-ref-2)
2. <https://snl.no/kraftmoment> [↑](#footnote-ref-3)