TRV Nytt endringsforslag #ny Presissering av eksentrisitetskravet og aktuelle SLS laster ved direkte fundamentering

Arbeidsdokument:

28.08.2025	Utkast ferdig EvR
08.09.2025	Tverfaglig diskusjon CES, JMH, GS, EvR
09.09.2025	Tverfaglig gjennomgang TBS, EvR
Uke 38	Oppdatert med innspill fra CES og JMH

Nytt endringsforslag

Forslag fra Carlos, ref. e-post 15.08.2025 (forenklet oppsummering):

1. Revurdering TRV eksentrisistetskrav fra B/6 til B/3 i TRV:04548
2. Presisisering av hvilken SLS lastkombinasjon skal brukes ved kontroll av eksentrisitet i TRV:04548

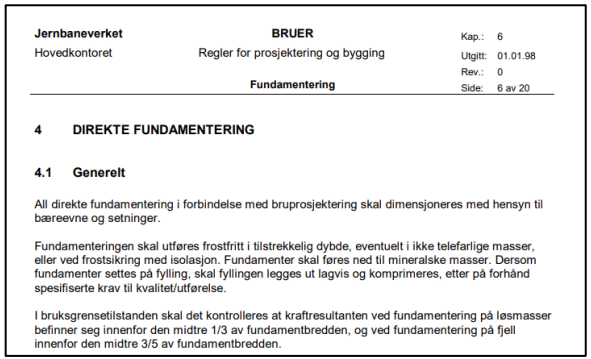
TRV forbedringspotensial:

- Harmonisering av eksentrisitetskrav med EC7 (spesielt andre generasjon) og SVV
- Forenkling for monolittiske konstruksjoner
- Tydeliggjøring av aktuell lastkombinasjoner
- Enklere håndheving i teknisk godkjenning?

Gjeldende TRV

- Bok 525 sier geoteknisk prosjektering etter Eurokode 7
- Presisering for direkte fundamentering ift. eksentrisitet i TRV:04548 – Teknisk regelverk
- Kravtekst er uendret fra teknisk regelverk utgitt 1998…

ID	TRV:04548
Bok	525
Kapittel	6
Vedlegg	
Kravtype	Funksjonskrav, Utformingskrav
Kravtekst	I bruksgrensetilstanden skal det kontrolleres at kraftresultanten ved fundamentering på løsmasser befinner seg innenfor den midtre 1/3 av fundamentbredden, og ved fundamentering på fjell innenfor den midtre 3/5 av fundamentbredden.
Grafikkvisning	
Krav følger av	
Kravhensikt	
Relatert krav	
Opprettet	2011/01/01
Referanse	
Status	Gjeldende
Banedataobjekt	Jernbanebru
Kravlokasjon	Bruer og konstruksjoner/Prosjektering og bygging/Fundamentering#Direkte fundamentering



Jernbaneverket | **BRUER** | Kap.: 6
Hovedkontoret | Regler for prosjektering og bygging | Utgitt: 01.01.98
Rev.: 0
Fundamentering | Side: 6 av 20

4 DIREKTE FUNDAMENTERING

4.1 Generelt

All direkte fundamentering i forbindelse med bruprosjektering skal dimensjoneres med hensyn til bæreevne og setninger.

Fundamenteringen skal utføres frostfritt i tilstrekkelig dybde, eventuelt i ikke telefarlige masser, eller ved frostsikring med isolasjon. Fundamenter skal føres ned til mineralske masser. Dersom fundamenter settes på fylling, skal fyllingen legges ut lagvis og komprimeres, etter på forhånd spesifiserte krav til kvalitet/utførelse.

I bruksgrensetilstanden skal det kontrolleres at kraftresultanten ved fundamentering på løsmasser befinner seg innenfor den midtre 1/3 av fundamentbredden, og ved fundamentering på fjell innenfor den midtre 3/5 av fundamentbredden.

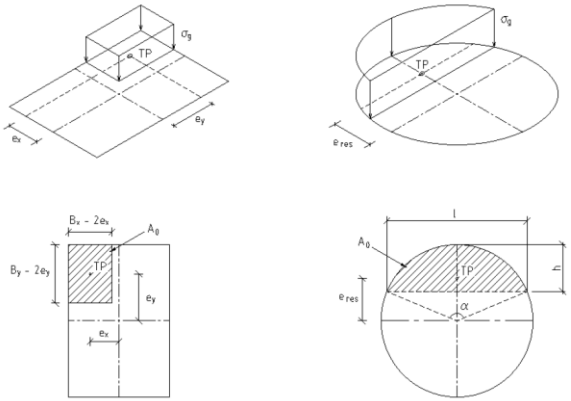
Kravhensikt

- Oppmykning av TRV krav til EC7 krav for monolitiske konstruksjoner (eksempelvis betong landkar)
- Beholde TRV krav (og dermed innskjerping av EC7 krav) for ikke monolittiske konstruksjoner (eksempelvis tørrmur landkar) for å unngå oppløft (tension gap) under fundamentet

Vanlig praksis – generelt

Kontroll av ULS

- Bæreevne kontrolleres med et effektivt fundamentareal som er redusert for 2 x eksentrisitet



For rektangulære fundamenter:

- $A_0 = (B_x - 2e_x)(B_y - 2e_y)$

For sirkulære fundamenter, med α i radianer:

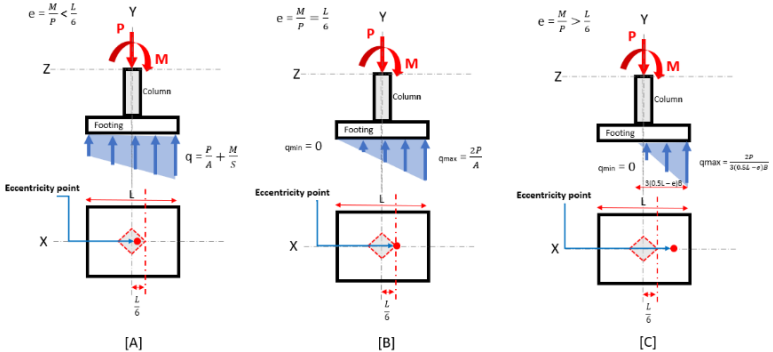
- $A_0 = \frac{R^2}{2}(\alpha - \sin\alpha)$
- $e = \frac{\left(2R\sin\frac{\alpha}{2}\right)^3}{12A_0}$

Vinkel α antas og itereres til $e = e_{res}$.

- $\left(h = R\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)\right)$

Kontroll av eksentrisitet (men med SLS eller ULS laster?)

- Case C - EC7 kontroll at e < 1/3 B
- Sporadisk kontrolleres case B med e < 1/6 B (ingen oppløft/strekk)



Vanlig praksis – Krav Eurokode 7

Fra NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2025

- Forholdsregler ved dimensjonering i bruddgrensetilstand for bæreevne

6.5.4 Laster med store eksentrisiteter

(1)P Det skal tas spesielle forholdsregler hvis eksentrisiteten til en last overskrider 1/3 av bredden av et rektangulært fundament eller 0,6 av radien av et sirkulært fundament.

Slike forholdsregler innbefatter:

- nøyaktig gjennomgang av de dimensjonerende verdiene av påvirkningene etter 2.4.2;
- prosjektering av plasseringen av fundamentets kant under hensyntaking til størrelsen av byggetoleranser.

(2) Med mindre det tas spesielle hensyn under arbeidene, bør toleranser på opptil 0,10 m vurderes.

- Nb. bruk av effektiv areal er ikke krav for bæreevne kontroll ULS
- Nb. Ingen SLS krav

Fra førstandard SN-EN 1997-3:2025 (2nd gen

- Bearing resistance check (ULS) with effective plan area A'
- Anbefaling om forsiktighet ved stor eksentrisitet (ULS):

(6) The following precautions shall be taken when the eccentricity of loading exceeds 1/3 of the width of a rectangular foundation or 0,59 times the radius of a circular foundation:

— careful review of the design values of the actions; and

— designing the location of the foundation edge by considering the magnitude of construction tolerances.

NOTE Numerical methods can be more appropriate than the procedures given in 5.5.2 when there are large eccentricities.

- Physical gap beneath foundation check (SLS) nb. innskjerping av dagens krav for no tension gap case

Table 5.3 (NDP) — Limits to load eccentricity at the serviceability limit state

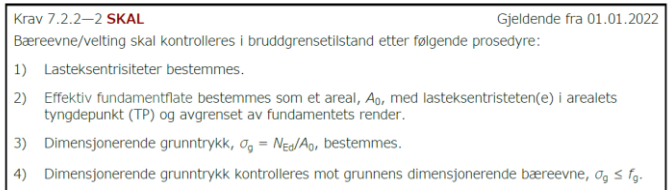
Loading effects	Strip foundation	Circular foundation	Rectangular foundation
Permanent action effects only (No tension gap)	$\frac{e_B}{B} \le \frac{1}{6}$	$\frac{e}{R} \le \frac{1}{4}$	$\frac{e_L}{L} + \frac{e_B}{B} \le \frac{1}{6}$
Permanent and variable action effects	$\frac{e_B}{B} \le \frac{1}{3}$	$\frac{e}{R} \le 0{,}59$	$\left[\frac{e_L}{L}\right]^2 + \left[\frac{e_B}{B}\right]^2 \le \frac{1}{9}$

e is the eccentricity of the load
e_B is the eccentricity of the load in the direction of the smaller foundation width B
e_L is the eccentricity of the load in the direction of the greater foundation width L
R is the radius of a circular foundation

Vanlig praksis – Krav SVV

Hb-N400:2025

1. Bæreevnekontroll ULS med et effektiv fundamentareal:

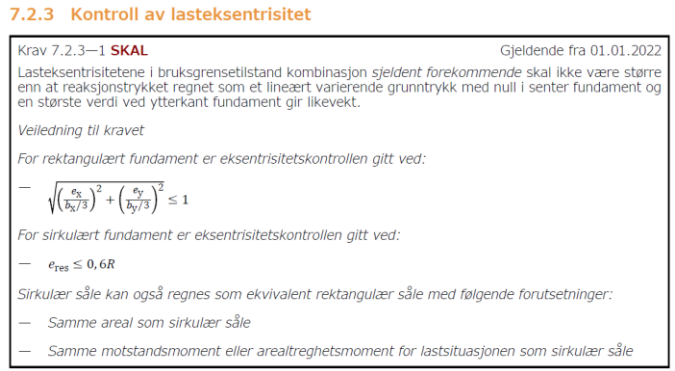


Krav 7.2.2—2 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022

Bæreevne/velting skal kontrolleres i bruddgrensetilstand etter følgende prosedyre:

1) Lasteksentrisiteter bestemmes.
2) Effektiv fundamentflate bestemmes som et areal, A_0, med lasteksentristeten(e) i arealets tyngdepunkt (TP) og avgrenset av fundamentets render.
3) Dimensjonerende grunntrykk, $\sigma_g = N_{Ed}/A_0$, bestemmes.
4) Dimensjonerende grunntrykk kontrolleres mot grunnens dimensjonerende bæreevne, $\sigma_g \leq f_g$.

2. Kontroll lasteksentrisitet i SLS for sjeldent forekommende kombinasjon (tilsvarende SN-EN 1997-3:2025):



7.2.3 Kontroll av lasteksentrisitet

Krav 7.2.3—1 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022

Lasteksentrisitetene i bruksgrensetilstand kombinasjon *sjeldent forekommende* skal ikke være større enn at reaksjonstrykket regnet som et lineært varierende grunntrykk med null i senter fundament og en største verdi ved ytterkant fundament gir likevekt.

Veiledning til kravet

For rektangulært fundament er eksentrisitetskontrollen gitt ved:

— $\sqrt{\left(\frac{e_x}{b_x/3}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y/3}\right)^2} \leq 1$

For sirkulært fundament er eksentrisitetskontrollen gitt ved:

— $e_{res} \leq 0,6R$

Sirkulær såle kan også regnes som ekvivalent rektangulær såle med følgende forutsetninger:

— *Samme areal som sirkulær såle*

— *Samme motstandsmoment eller arealtreghetsmoment for lastsituasjonen som sirkulær såle*

Vanlig praksis – Krav SVV og jernbaneverket

Hb-V421:2014 (faglig innhold 2002)

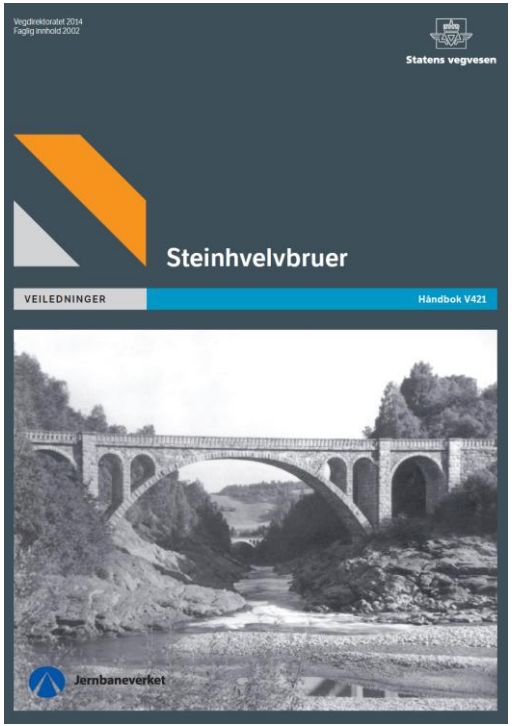
- Konstruksjonsberegninger

Tverrsnittsanalyse av buen

Aksialkrefter og bøyemomenter leses ut fra systemanalysen, og eksentrisiteter beregnes for alle deler av buen for alle kritiske lastkombinasjoner;

$$e = \frac{M}{N}$$

Eksentrisiteten uttrykker trykklinjas avstand fra tverrsnittets tyngdepunkt-akse. Tverrsnittet er rektangulært, og ved $|e| < h/6$ ligger trykklinja innenfor *kjernetverrsnittet* og ingen del av tverrsnittet har strekktøyninger. Med $|e|$ mellom $h/6$ og $h/2$ har tverrsnittet strekktøyninger, i virkeligheten oppriss ing. Murverk har ikke strekkstyrke, og $|e| = h/2$ (OK eller UK rand) blir dermed ei teoretisk grense for trykklinjas plassering.



Vanlig praksis - Trafikverket

TRVINFRA-00230 (krav med raadtexter)

- Kontroll velting

9.2.1.4. Stjälpning

K156805

För att undvika stjälpning vid brogrundläggning ska lastresultantens minsta avstånd till plattkanten vara:

- 0,1 m vid grundläggning på berg
- 0,3 m vid grundläggning på jord.

Råd

Stjälpning kan inträffa vid stora excentriska laster.

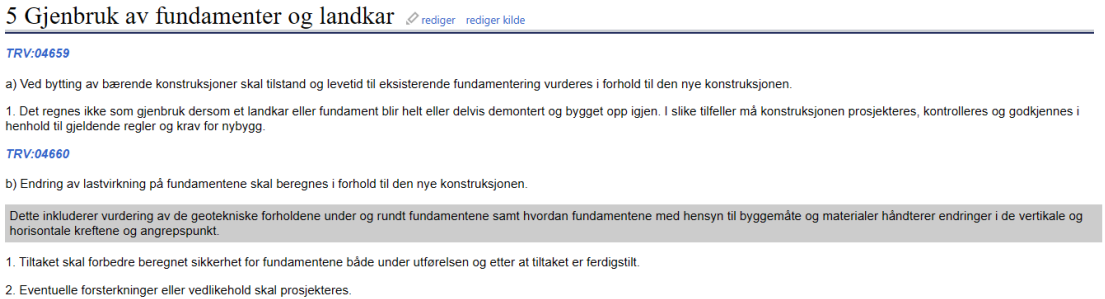
Råd

Minsta avståndet för lastresultanten på andra plattor än broplattor framgår av SS-EN 1997-1 Dimensionering av geokonstruktioner - Del 1: Allmänna regler.

Gjenbruk av fundamenter og landkar

- Ny landkar- fundamenter er nok i hovedsakelig monolittiske betong konstruksjoner (TRV:04548 gjelder)
- Ny støttemurer kan også utformes som ikke-monolittiske tørrmurer (og TRV:04548 gjelder dermed)

- Ellers gjenbruker vi en del ikke-monolitiske tørrmur fundamenter og landkar, fra bok 527:



5 Gjenbruk av fundamenter og landkar rediger rediger kilde

TRV:04659

a) Ved bytting av bærende konstruksjoner skal tilstand og levetid til eksisterende fundamentering vurderes i forhold til den nye konstruksjonen.

1. Det regnes ikke som gjenbruk dersom et landkar eller fundament blir helt eller delvis demontert og bygget opp igjen. I slike tilfeller må konstruksjonen prosjekteres, kontrolleres og godkjennes i henhold til gjeldende regler og krav for nybygg.

TRV:04660

b) Endring av lastvirkning på fundamentene skal beregnes i forhold til den nye konstruksjonen.

Dette inkluderer vurdering av de geotekniske forholdene under og rundt fundamentene samt hvordan fundamentene med hensyn til byggemåte og materialer håndterer endringer i de vertikale og horisontale kreftene og angrepspunkt.

1. Tiltaket skal forbedre beregnet sikkerhet for fundamentene både under utførelsen og etter at tiltaket er ferdigstilt.

2. Eventuelle forsterkninger eller vedlikehold skal prosjekteres.

- Geir har beskrevet prosedyren *«Gjenbruk av landkar av tørrmur, prosedyre for evaluering»,* ref. saksref. 202205239-2 for å vurdere om det er nybygg (dvs. TRV:04548 gjelder) eller gjenbruk (hvor TRV:04548 ikke gjelder tilbakevirkende)

Utkast for ny TRV:04548

Eksisterende krav:
I bruksgrensetilstanden skal det kontrolleres at kraftresultanten ved fundamentering på løsmasser befinner seg innenfor den midtre 1/3 av fundamentbredden, og ved fundamentering på fjell innenfor den midtre 3/5 av fundamentbredden.

Utkast for nytt krav:
Effektiv fundamentareal og eksentristetskontroll: Lasteksentrisitet for direkte fundamenterte konstruksjoner skal kontrolleres.

I bruddgrensetilstand (ULS) skal bæreevne kontrolleres basert på effektivt fundamentareal, med hensyn til eksentrisitetens påvirkning.

I bruksgrensetilstand (SLS) skal eksentrisitetskontroll for rektangulære fundamenter utføres i henhold til følgende kriteria:

- For monolittiske konstruksjoner skal lasteksentrisitet ikke overstige 1/3 av fundamentbredde for alle aktuelle SLS lastkombinasjoner.
- For monolittiske konstruksjoner skal lasteksentrisitet i tillegg ikke overstige 1/6 av fundamentbredde med kun permanent last.
- For ikke-monolittiske konstruksjoner (eksempelvis tørrmurte landkar og støttemurkonstruksjoner) skal lasteksentrisitet ikke overstige 1/6 av fundamentbredde for alle aktuelle SLS lastkombinasjoner.

(gråtekst) Det bemerkes at eventuell strekkforankring prosjekteres iht. NS-EN 1997-1.

BANE NOR

Vi forbedrer og moderniserer
for at flere kan ta mer tog