

Støttemur på berg – programbeskrivelse (Programversjon 25.01)

1. Generelt

Programmet beregner stabilitet/bæreevne for en vinkelstøttemur i betong fundamentert på berg. Beregningene utføres på grunnlag av Håndbok N-V220 «Geoteknikk i vegbygging», Håndbok N400 «Bruprosjektering» og Håndbok N200 «Vegbygging». Disse tre håndbøkene er tilgjengelig i digital form på hjemmesiden til Statens vegvesen.

Bergartsparametre (jf. pkt. 2) og beregning av bergbolter er basert på Intern rapport nr. 2374, «Forankring av bergbolter ved fundamentering av støttemurer og landkar på berg» og «Fjellbolter» (Håndbok -135 i den gamle håndbokserien). Begge de to sistnevnte håndbøkene er formelt utgått, men i mangel av annet regelverk brukes de videre inntil et oppdatert regelverk foreligger.

Kap. 10.2 i N-V220 omhandler støttemurer. For støttemurer på berg er det gitt krav i N400 kap. 7.2 for direkte fundamentering og kap. 7.4 for bergbolter i såler. For veiledning om forankring er det vist til kap. 11 i N-V220.

Det er lagt vekt på at programmet skal være enkelt å bruke, og mest mulig selvforklarende, med utstrakt bruk av grafisk presentasjon.

Mellomresultater blir skrevet ut, slik at utskriften i seg selv skal kunne gi tilstrekkelig dokumentasjon på beregningsresultatene, og slik at det skal være mulig å kontrollere riktigheten av resultatene. Ved utskrift er det lagt inn mulighet for å kunne velge hva en vil ta med av sluttokumentasjon for beregningen.

2. Bergartsparametere

Tabell 11.6.4.5-1 i N-V220 angir tyngdetetthet, trykkfasthet og karakteristisk heftfasthet for ulike bergarter. Denne tabellen er hentet fra den ovenfor nevnte Intern rapport nr. 2374. Denne tabellen angir énaksial trykkfasthet for intakt berg. Denne er lite egnet for vurdering av bergmassens fasthetsegenskaper. I ovennevnte Håndbok -135 (kap. 2.1.3) er det gitt en tilsvarende tabell med representative verdier for selve bergmassen med sprekker og hulrom. Verdiene er gitt med et forholdsvis stort variasjonsområde, og med en merknad om at de fleste norske bergarter ligger i øvre del av tallområdet. Denne tabellen ligger til grunn for utgangsverdiene som kommer opp når bruker velger bergartstype. Trykkfasthetsverdiene har sitt utgangspunkt i angitte nedre verdier. Verdiene er kun ment å være veiledende, og kan overstyres av bruker.

Friksjonskoeffisient for glidning bestemmes på grunnlag av pkt. 7.2.1-3 i N400. Bruker kan gi inn en egenbestemt verdi. Om ikke friksjonskoeffisienten for glidning bestemmes, er det iht. pkt. 7.2.1-3 angitt to tilfeller med anbefalte verdier: støp direkte på utsprengt byggegrop og bruk av avrettingsstøp på utsprengt byggegrop. Friksjonskoeffisienten er angitt til hhv. 1,0 og 0,7 for disse to tilfellene. Det forutsettes at bruker velger friksjonskoeffisienten basert på ingeniørmessig skjønn.

3. Mur- og terrenggeometri

Sålen kan ha horisontal eller skrå overside.

Veggen kan ha konstant eller lineært varierende tykkelse. Jordside av vegg antas vertikal.

Terrenget kan være horisontalt eller skrått i framkant. Det kan velges horisontal flate i framkant, begrenset til tåbredden (dvs. avstanden fra ytterkant veggflate til framkant såle).

Terrenget i bakkant kan være horisontalt eller skrått.

Når det er valgt horisontalt terreng i bakkant, kan terrengnivået være over topp mur. I et slikt tilfelle blir det vist en stiplet linje for å indikere en endetverrbjelke i bruoverbygningen for å holde på oppfylte masser. Om en legger inn et terrengnivå over topp mur, er det lagt inn som begrensning at terrengnivået må være minst 300 mm over topp mur. Dette er da tenkt å representere en minimumshøyde for endetverrbjelken. Jordtrykket mot øvre del (endetverrbjelken) antas å bli overført til bruoverbygningen. Jordtrykksfordelingen over høyden vises på resultatutskriften.

Muligheten for å gi inn terrengnivå over murtopp, er tiltenkt kontroll/dimensjonering av landkar. Det henvises for øvrig til programmet «Landkar».

4. Laster

4.1 Terrenglaster

Forskriften «Trafikklastforskrift for bruer m.m.» gir utfyllende bestemmelser til trafikklastene gitt i NS-EN 1991-2.

Trafikklasten som kan påføres terrenget i bakkant, er delt opp i to deler: en jevnt fordelt last, og en såkalt boggiekvivalentlast. Den jevnt fordelte lasten har intensitet 5 kPa og virker over hele terrengflaten i bakkant og over hele murhøyden. Denne inngår både for full trafikklast (kjøreveg) og GS-trafikk (jf. nedenfor).

Boggiekvivalentlasten som er definert i §4 i ovennevnte «Trafikklastforskrift» er trekantfordelt med maksimalverdi 25 kPa i topp og avtakende til null ved 5 m dybde.

For en mer utførlig omtale av lastene, henvises til «Trafikklastforskriften» og pkt. 10.2.1 i N-V220.

For kjørevegruer er, iht. «Forskrift for trafikklast», lastbredde for boggiekvivalentlasten gitt avhengig av antall lastfelt à 3 m. I N400 pkt. 4.6-3 er det gitt en bestemmelse om at boggiekvivalentlasten kan reduseres med 30 % for vegger med bare ett kjørefelt. Dette kan velges i programmet. I veiledningen til samme punkt i N400 (pkt. 4.6-3) er det gitt regler for jordtrykk fra gang- og sykkeltrafikk (GS-trafikk). I tillegg til den jevnt fordelte lasten nevnt ovenfor, skal det regnes med en vertikallast fra tjenestekjøretøy representert med en jevnt fordelt last på 15 kPa på terreng avtakende til null ved 4 m dybde. Denne lasten kan velges i programmet, om det er aktuelt.

Utbredelsen av terrenglasten på fylling i retning langs veglinjen er i utgangspunktet gitt fram til bakkant såle, men det er lagt inn mulighet for å la lasten virke helt fram til bakkant frontvegg.

Den jevnt fordelte lasten går enten helt fram til veggen eller til bakkant såle.

For boggiekvivalentlasten er det lagt inn mulighet for å gi inn en egenbestemt startverdi i intervallet mellom bakkant vegg og bakkant såle. Dette for at en skal kunne la boggiekvivalentlasten gå delvis inn over baklabben. Ved økning av sålebredden, vil ikke avstanden til startpunktet for boggiekvivalentlasten endres. Om boggiekvivalentlasten skal starte ved bakkant såle, må en derfor endre avstanden manuelt (settes til lengde av baklabben). Den jevnt fordelte lasten flytter seg automatisk. Ved avkorting av sålen flytter avstanden seg automatisk for begge lastene (utbredelsen må minst gå fram til bakkant såle). Iht. N400 (pkt. 4.6-3) gjelder kravet til boggiekvivalentlast der vegbanen ligger ≤ 1 meter fra støttekonstruksjonen (horisontal avstand, normalt på støttekonstruksjonen). Der vegbanen ligger lenger unna, tillates reduserte jordtrykklaster bestemt.

Muligheten for å kunne velge å la boggiekvivalentlasten gå inn over baklabben, gjelder bare for beregning av trykk mot selve veggen, for dimensjonering av denne. For beregning av bæreevne og lastvirkninger i sålen, antas boggiekvivalentlasten med utstrekning til bakkant såle. Dette er iht. beregningsgrunnlaget gitt i pkt. 10.2.1 i N-V220.

Det er i programmet lagt inn mulighet for å kunne angi en horisontal seismisk last i jordmassene i bakkant. Lastplasseringen i høyden angis med avstand fra underkant såle. Laststørrelse og plassering blir ikke beregnet av programmet, men må bestemmes separat.

Håndbok N200, pkt. 1.13.8.1 omhandler oppbygging av fylling inntil konstruksjoner, inkludert regler for komprimering. For beregning av komprimeringstrykk er det her vist videre til pkt. 9.5.3 i N-V220. Tabell 9.5.3-1 i N-V220 angir maksimalt horisontalt jordtrykk ved komprimering mot vertikal vegg, avhengig av forskjellige typer komprimeringsutstyr. Det er også en rubrikk for såkalt «kritisk dybde». Maksimalt komprimeringstrykk og «kritisk» dybde angis av bruker. Når et av inndata-feltene for disse verdiene er aktivt, kommer ovennevnte tabell opp som hjelp for valg av verdier basert på komprimeringsutstyr.

Muligheten for å kunne velge komprimeringslast er kun aktuelt når det er valgt å beregne jordtrykket for hviletrykkstilstanden. Siden komprimeringslasten er definert som en last i byggetilstanden, er det

antatt at komprimeringslasten ikke virker samtidig med noen av de andre trafikklastene. Videre antas også at grunnvannstanden ikke kan overstige uk såle for lastkombinasjonen som inkluderer komprimeringslasten (selv om vannstanden skulle være satt høyere under øvrige inndata).

4.2 Laster i topp

Lastvirkningene i topp av mur kan bestå av vertikal- og horisontalkraft, samt moment, og disse kan gis inn separat for brudd- og bruksgrensetilstanden, samt byggetilstanden. I bruksgrensetilstanden kan det gis inn to sett med verdier, ett for kontroll av eksentrisitet iht. pkt. 7.2.3-1 i N400, og ett som danner grunnlag for beregning av rissvidder i konstruksjonen. Komprimeringstrykket antas å inngå i en bruksgrensetilstand. For lastvirkninger i topp av muren er det forutsatt at lastfaktorer er inkludert i lastverdiene som gis inn.

Vekt av konstruksjonen og overliggende jord beregnes av programmet.

Laster og lastvirkninger antas konstante i lengderetningen av muren, og laster og lastvirkninger er således gitt pr. meter mur.

4.3 Lastkombinasjoner

Lastfaktorer for vekt av konstruksjon og overliggende jord kan gis inn separat, likeledes separate lastfaktorer for den jevnt fordelte terrenglasten og boggiekvivalentlasten på fylling i bakkant. I utgangspunktet gjelder lastfaktoren for jordmasser kun for vertikallaster, dvs. når jordmassene virker som vekt. Horisontalt jordtrykk beregnes da i utgangspunktet uten lastfaktor. Det er imidlertid lagt inn mulighet for å velge samme lastfaktor også for jordtrykket, om det er ønskelig.

Lastfaktor for vanntrykk kan gis inn separat for fram- og bakkant.

Lastfaktorene for trafikklast gjelder kun for trafikklasten i bakkant.

Pkt. 10.2.1 2) i N-V220 omhandler lastfaktorer og kombinasjoner. Det er der vist videre til Eurokode 0 (NS-EN 1990) og Håndbok N400. Iht. pkt. 6.2.5 i N400 skal metode 3 brukes. For geotekniske laster benyttes verdier fra tabell NA.A2.4 (C). For øvrige laster på/fra konstruksjonen brukes verdier fra tabell NA.A2.4 (B). For jordtrykk fra trafikklast på fylling benyttes lastfaktor 1,15 der trafikklasten er bestemt iht. pkt. 4.6-3 i N400, og lastvirkningen er ugunstig.

For eksentrisitetskontroll i bruksgrense brukes lastfaktor 0,8 iht. «sjeldent forekommende» laster (jf. pkt. 7.2.3 i N400 og tabell NA.A2.1 i Eurokode 0).

For rissviddekontroll brukes lastfaktor 0,7 eller 0,5 for hhv. «ofte forekommende» eller «tilnærmet permanente» laster (jf. tabell NA.A2.1 i Eurokode 0), avhengig av aktuell eksponeringsklasse.

For hver lastkombinasjon er det lagt inn mulighet for å velge om trafikklast på fylling skal inngå i beregningene eller ikke, basert på bestemmelser i gjeldende regelverk.

5. Beregningsforutsetninger

Vannstand i fram- og bakkant kan varieres i området mellom underkant såle og topp vegg.

Vannstanden kan gis inn med forskjellig verdi for de to sidene.

Vekt av betongdeler og jord under vannstanden regnes neddykket. For baklabbe (dvs. bakre såle) og jord over baklabbe regnes neddykket nivå på grunnlag av vannstanden i bakkant. For tå og jord over tå regnes neddykket nivå tilsvarende på grunnlag av vannstanden i framkant. For vegg og såle under vegg regnes neddykket nivå som den laveste av vannstandene gitt i fram-/bakkant.

Vanligvis vil partialfaktoren γ_M for bruddgrensetilstanden bestemmes ut fra Tabell 1.4.2-1 i N200 (kommer opp når en klikker på inndata-feltet for γ_M).

Iht. denne tabellen bestemmes partialfaktoren basert på valgt konsekvensklasse og bruddmekanisme. I programmet er det lagt inn mulighet for at bruker kan velge en annen verdi. Om en velger «Ulykkesgrense», blir γ_M satt lik 1,0. Ved å velge «Egenbestemt verdi», kan bruker legge inn en verdi basert på egne vurderinger, naturligvis med utgangspunkt i et kvalifisert ingeniørmessig grunnlag.

6. Jordtrykk

Aktivt trykk

Ruhet for beregning av jordtrykk r_v (bak muren) velges på grunnlag av Tabell 10.2.1-1 i N-V220.

For mur på berg er ruhetsverdien i utgangspunktet lik null for bruddgrensetilstanden, dvs. det antas at det er ingen relativ bevegelse mellom muren og de bakenforliggende massene.

For bruksgrensetilstanden antas ruheten lik mobiliseringsgraden f . Ruhetsverdien kan overstyres av bruker. Ved å velge «Jord/berg» fra hovedmenyen og klikke på inndatafeltet for ruhet i bakkant, kommer den ovennevnte Tabell 10.2.1-1 fram. Standardverdier for r_v kan da velges ved å klikke på en av «knappene» til venstre for tabellen.

Iht. beregningsgrunnlaget beregnes jordtrykket i bakkant i utgangspunktet for aktiv tilstand.

For horisontalt terreng i bakkant beregnes jordtrykkskoeffisienten K_A iht. pkt. 6.2.1, og for skrått terreng i bakkant iht. pkt. 6.2.2 i N-V220.

Hviletrykk

Det er lagt inn mulighet for å velge hviletrykk mot muren.

Hviletrykkskoeffisienten K_0 beregnes basert på formelen gitt i pkt. 6.4.3 i N-V220, men uten leddet som angir overkonsolideringsgraden (OCR-leddet), dvs. $K_0 = 1 - \sin\phi'$

I utgangspunktet inngår $\sin\phi'$ i formelen direkte, dvs. karakteristisk verdi for friksjonsvinkelen for masser bak muren.

Alternativt kan det velges en dimensjonerende verdi ϕ_d , hvor $\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_0$.

γ_0 er materialfaktoren i hviletrykkstilstanden. γ_0 kan angis med forskjellig verdi for hver enkelt grensetilstand under menyen «Laster i topp». γ_0 velges uavhengig av γ_M , som gjelder for aktiv tilstand.

Pkt. 6.4.3 i N-V220 angir en formel for korrigert hviletrykksfaktor for skrånende terreng med helningsvinkel $\beta \leq \phi'$ i forhold til horisontalen, der horisontal-komponenten av jordtrykket beregnes ut fra følgende formel: $K_{0;\beta} = K_0 \cdot (1 + \sin\beta)$

Retningen av jordtrykksresultanten antas å være parallell med terrengoverflaten.

For horisontalt terreng i bakkant antas det på denne bakgrunn at det ikke virker noen skjærkraft i bakkant av muren i hviletrykkstilstanden.

For skrånende terreng antas en vertikalkomponent (skjærkraft) i bakkant lik horisontal jordtrykkskomponent multiplisert med $\tan\beta$.

7. Beregning av bæreevne

I programmet kan en legge inn to forskjellige bruddgrensetilstander. Den ene kalles ordinær bruddgrense, og den andre gjelder for byggetilstanden, dvs. tilstanden hvor komprimeringstrykket inngår.

Beregnet grunntrykk i bruddgrensetilstanden q_v kontrolleres mot dimensjonerende trykkstyrke for bergmassen. Muren blir også kontrollert mot glidning, dvs. om horisontallasten er mindre enn vertikallasten multiplisert med angitt friksjonskoeffisient (jf. pkt. 2). Denne kontrollen er iht. pkt. 7.2.2-3 i N400.

Om muren ikke har tilstrekkelig kapasitet uten bolter, gir programmet melding om dette («Behov for bergbolter»), og menyvalget «Bolter» aktiveres.

Ved å klikke på «Bolter» blir nødvendig boltekraft beregnet, og programmet bestemmer boltetettheten ut fra valgt boltediameter.

Iht. pkt. 7.4.4-1 i N400 skal bergboltene nødvendige bidrag til bæreevne og stabilitet begrenses til en andel p . For støttemurssåler skal $p \leq 0,50$. Dette kontrolleres av programmet, og det gis melding om p er større enn 0,50. Samme begrensning ($p \leq 0,50$) gjelder for kapasitet mot glidning, og dette blir også kontrollert av programmet.

Dimensjonerende kapasitet av bergboltene blir bestemt ved å dividere karakteristisk flytespenning med produktet av partialfaktor (γ_s) og modellfaktor (γ_{mod}). Disse to faktorene gis inn av bruker. Iht. pkt. 7.4.2-2 i N400 skal produktet $\gamma_s \cdot \gamma_{mod}$ være $\geq 2,0$. Dette kontrolleres av programmet, og det gis melding dersom denne betingelsen ikke er oppfylt.

Innfesting i berg kan beregnes ved å klikke på menyen «Bolteinnfesting». Dette er nærmere beskrevet under pkt. 8 nedenfor.

Resulterende lastvirkninger ved underkant såle skrives ut, og effektiv sålebredde (B_0) tegnes opp. Beregnet vertikalt effektivt såletrykk (q_v) skrives også ut.

I bruksgrensetilstanden, for kombinasjon «sjeldent forekommende», kontrolleres beregnet lasteksentrisitet e mot begrensningen gitt i pkt. 7.2.3-1 i Håndbok N400 ($e < B/3$).

Ved beregning av boltekraft er B_0 satt lik $B/5$ i bruddgrensetilstanden (som er iht. Intern rapport nr. 2374).

Som nevnt ovenfor, skal lasteksentrisiteten begrenses til $B/3$ i bruksgrensetilstanden, for kombinasjon «sjeldent forekommende». Samme begrensning i eksentrisitet antas også ved beregning av boltekraft for kombinasjoner som danner grunnlag for beregning av rissvidder. Stabilitet/bæreevne for muren beregnes vanligvis med et antatt snitt i bakkant av såle (jf. Figur 10.2.1-2 i N-V220).

8. Bolteinnfesting i berg

Iht. pkt. 7.4.2-1 i N400 skal kun bidrag fra gravitasjon medregnes. Som presisert i dette punktet, skal ikke nedadrettet skjærspenning i bruddplan i løsmasser medregnes (dvs. bak medvirkende jordfigur). Kapasiteten av innfestingen i berg beregnes på grunnlag av de ovennevnte håndbøkene Intern rapport nr. 2374 og Håndbok -135.

Terrenglast antas kun å virke bak medvirkende jordfigur. Det benyttes karakteristiske verdier for vekt av jord og berg, dvs. lastkoeffisient lik 1,0.

Nødvendig inngysningslengde bestemmes for boltene bruddlast (dvs. flytespenning).

Inngysningslengden bestemmes både for grensesjiktet bolt/mørtel og grensesjiktet berg/mørtel. Den beregningsmessig største lengden blir bestemmende.

Medvirkende bergfigur bestemmes ut fra valgt dybde til inngysningslengdens senter og vinkelen v som bruddflaten danner med vertikalen. Som en støtte for valg av vinkelen v , er det gitt en tabell i pkt. 2.2.4 i de ovennevnte håndbøkene der grenseverdier for v er gitt basert på en grov beskrivelse av bergkvaliteten. Når hovedsprekkeretningen for bergmassen danner vinkelen w med horisontalplanet, skal beregnet vekt multipliseres med faktoren $\cos(w)$. Dette innebærer at kapasiteten av bergfiguren blir beregningsmessig lik null ved tett vertikal oppsprekking.

Bredde av medvirkende jordfigur settes lik avstand mellom bakkant såle og skjæringspunktet for bergfiguren ved ok bergflate i bakkant. Om vannstanden i bakkant mur er over uk såle, regnes vekten av jordfigur under vannstanden neddykket.

Kapasiteten av innfestingen beregnes som summen av vekten av bergfigur og jordfigur.

Om totalvekten av berg- og jordfigur er større enn beregnet boltekraft, er kapasiteten i orden.

Maksimal senteravstand for bolter beregnes, og sammenlignes med beregnet bolteavstand. Om beregnet bolteavstand er mindre enn maksimal senteravstand, er bolteinnfestingen i orden. I motsatt fall må en gå tilbake for å velge bolter med mindre diameter, slik at begrensningen for bolteavstand blir tilfredsstillt. Regelverket framstår som litt uklart på dette punktet, men sannsynligvis skal det tolkes slik at grensen for maksimal senteravstand er satt for at antatt bergfigur skal danne et sammenhengende «trekant-prisme» i lengderetningen. Ved større avstand enn dette, vil kapasiteten for innfestingen i berg gå over til å være definert av en bergkjegle rundt hvert enkelt stål, altså uten overlapping i lengderetning. Denne siste konfigurasjonen er ikke dekket av gjeldende regelverk. Om beregningsmessig senteravstand mellom bolter blir urimelig stor, må en også vurdere

integriteten av selve muren, siden programmet regner pr. meter mur, uten noen vridningseffekter i lengderetningen. Ved utskrift av beregning av bolteinnfesting blir naturligvis bare lasttilstanden som gir størst boltetetthet (minst bolteavstand) tatt med. Kapasiteten for tilstanden med større bolteavstand blir uten videre også større enn dimensjonerende tilstand.

9. Betongdimensjonering

Når stabilitet/bæreevne er beregnet og funnet i orden, kan bruker gå videre for å få beregnet lastvirkninger i såle og vegg.

Ved dimensjonering av selve veggen i en støttemur, blir det antatt en lastspredning 1:1 nedover i fyllingen for boggiekvivalentlasten når denne virker i en gitt avstand fra veggen.

I såle vil lastvirkninger i snitt ved fram- og bakkant vegg bli beregnet, samt ev. ekstremalverdier for moment og/eller skjærkraft dersom disse opptrer ved andre snitt.

Bruker kan i tillegg få beregnet lastvirkninger i inntil 2 snitt med vilkårlig plassering, i tå og baklab. Tilsvarende gjelder for lastvirkninger i vegg, der snitt ved ok såle blir beregnet. I tillegg kan en også i veggen få beregnet for 2 ekstra snitt med virkårlig plassering.

Lastvirkningene i valgte snitt kan lagres til fil, som igjen kan tas inn i betongdimensjoneringsprogrammet «Betongtverrsnitt». Det henvises til beskrivelsen for dette programmet.

Ved lagring til fil med tanke på dimensjonering med «Betongtverrsnitt», blir det antatt en del startverdier. Faktoren k_2 for tilslagstype ved skjærkontroll blir satt til 0,18. Normalt vil kriteriene for å velge verdien 0,18 være oppfylt. Om så ikke er tilfelle, kan dette endres ved kontroll med «Betongtverrsnitt» (ved å gå til «Materialer» i hovedmenyen). I «Betongtverrsnitt» kan overdekningskrav/rissviddebegrensning velges enten iht. Eurokode 2 eller iht. Håndbok N400 «Bruprosjektering» fra Statens vegvesen. Ved lagring til fil blir benyttet regelverk satt til Eurokode 2. Når støttemuren skal kontrolleres iht. Håndbok N400, som vanligvis er tilfelle, endres dette ved kontroll med «Betongtverrsnitt». Armeringsmengden blir ved lagring satt til $\phi 16$ s150, som en startverdi. Dette kan naturligvis endres etter behov ved beregning med «Betongtverrsnitt».

Det påhviler bruker å vurdere om inngangsverdiene til «Betongtverrsnitt» er representative for det aktuelle lasttilfellet, og om nødvendig endre beregningsgrunnlaget i «Betongtverrsnitt».

Det er viktig å være klar over at ved ny lagring til fil (fra støttemursprogrammet), blir startverdier, som nevnt ovenfor, antatt og ev. endringer fra tidligere beregninger blir derfor overskrevet. Om en ønsker å beholde lagrede verdier fra tidligere beregninger med «Betongtverrsnitt», kan en gi inn snittkreftene separat.

Når inndata er hentet fra programmet «Landkar» (jf. beskrivelsen for dette programmet), er de fleste menyfeltene gjort inaktive. Endringer må derfor gjøres i «Landkar», og så overføres til støttemursprogrammet. I og med at det i «Landkar»-programmet bare er mulig å gi inn konstant tykkelse for såle og vegg, er det imidlertid lagt inn mulighet for å kunne variere såle- og veggtykkelsene også når inndata er hentet fra «Landkar»-beregninger (via menyfeltet «Dimensjoner»). Dette for at tverrsnittshøyden skal bli riktig ved dimensjonering med programmet «Betongtverrsnitt». Det er lagt inn mulighet for å oppheve restriksjonene som i utgangspunktet er satt når inndata hentes fra «Landkar»-beregninger. Dette gjøres ved å velge menyfeltet «Restriksjoner» som ligger under hovedmenyen «Fil». Om en velger å oppheve restriksjonene, kan ikke dette reverseres.

10. Begrensninger/beregningsresultater

I programmet er det lagt inn at boggiekvivalentlasten kun kan velges når terrenget i bakkant er horisontalt.

Dette vil tilnærmet være tilfelle ved beregning av landkar og ved trafikkert vei inn mot en støttemur. Når terrenget er skrått i bakkant, er det i programmet kun aktuelt å gi inn den jevnt fordelte lasten som terrenglast.

Parameteren t inngår i beregningsgrunnlaget for jordtrykkskoeffisient ved skrått terreng. Denne må være i området mellom 0 og 4. Om t beregnes til å ligge utenfor dette området, gir programmet melding om det. Inndata må da endres for at beregningene skal kunne utføres (jf. pkt. 6.2.2 i N-V220 for hvilke parametere som inngår i uttrykket for t).

Som nevnt under pkt. 7, beregnes bæreevnen for muren med et antatt snitt i bakkant av såle. Det antas at boggiekvivalentlasten har utbredelse fram til dette snittet, slik at lastspredningen nevnt under pkt. 9 mot bakkant mur ikke vil gjelde for beregning av bæreevne/grunntrykk.

Det er forutsatt at ev. boltebehov bestemmes i bruddgrensetilstanden. Iht. beregningsgrunnlaget vil det være behov for bolter når beregnet lasteksentrisitet uten bolter er større enn 0,4 ganger sålebredden B (dvs. at effektiv bredde er mindre enn $B/5$ for eksentrisitet mindre enn $B/2$).

Beregningsmodellen for ev. bolter i bruksgrensetilstanden (eksentrisitet og rissvidder) er basert på antakelsen om at effektiv sålebredde settes lik $B/3$.

Selv om lastfaktorene for trafikklast er mindre i bruksgrense enn i bruddgrense, er det ikke gitt at dette vil kompensere helt for en mindre utnyttingsgrad for sålen, slik at det kan bli beregningsmessig nødvendig med bergbolter i én eller begge bruksgrensetilstandene, men ikke i noen av bruddgrensetilstandene. I et slikt tilfelle forutsettes det at inndata endres slik at det heller ikke blir nødvendig med bergbolter i bruksgrense. Programmet gir melding om dette. Det mest nærliggende for å komme videre, blir da naturligvis å øke sålebredden så mye at dette er oppfylt.

Når det blir behov for bolter i bruddgrense og i én eller begge bruksgrensetilstandene, beregnes boltekraft også for bruksgrense. Bolteareal/boltetetthet er imidlertid bestemt ut fra en av bruddgrensetilstandene, slik at det er opptredende spenning i boltene som beregnes i bruksgrense (ut fra nødvendig bolteareal/boltetetthet i bruddgrense). Opptredende spenning sammenholdes med flytegrensen for boltene. Vanligvis er det en god del å gå på før flytegrensen er nådd. Det overlates til bruker å vurdere spenningsnivået i bruksgrense. Om spenningen når flytegrensen, vil tilstanden egentlig gå over i en bruddgrensetilstand med større utnyttelsesgrad i sålen (effektiv bredde $B/5$ og dermed større indre momentarm). Tilsvarende vil også gjelde for den av bruddgrensetilstandene som gir beregningsmessig størst bolteavstand, og som altså ikke er dimensjonerende. Opptredende spenning blir da beregnet ut fra dimensjonerende (minste) bolteavstand.

Når det er behov for bolter i bruddgrense, men ikke i én eller begge bruksgrensetilstandene, beregnes bruksgrense uten bolter. Men i og med at det er behov for bolter i bruddgrense, vil disse boltene naturligvis være til stede også i bruksgrense, noe som i større eller mindre grad vil påvirke kraftfordelingen i sålen. For eksentrisitetskontrollen vil boltekraften gi en ekstra sikkerhet, i og med at eksentrisiteten blir mindre enn for beregningen uten bolter.

For bruksgrensetilstanden som danner grunnlag for beregning av rissvidder, ville kraftforløpet i sålen blitt noe endret om boltekraften hadde blitt tatt hensyn til. Imidlertid antas dette å ha begrenset betydning i og med at deformasjonen av sålen, og dermed tøyningen i bergboltene, er mindre for en slik bruksgrensetilstand (ift. eksentrisitetskontrollen) med reduserte lastfaktorer for trafikklast, og vanligvis også betydelig mindre enn for bruddgrense.