

*FiReCo AS*

# Dimensjonerings-diagram

## for **BEET** vegg

Lastberegninger basert på NBI tester.

Jørn Lilleborge



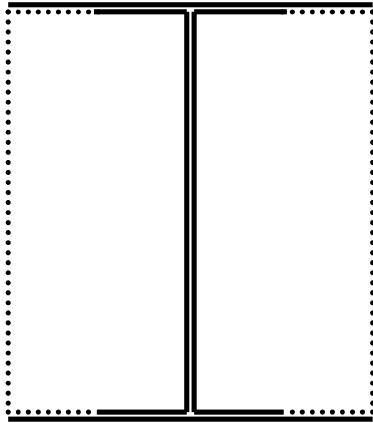
Testdokument 1998

Innhold

<b>1. DIMENSJONERINGSDIAGRAM FOR BEET VEGG .....</b>	<b>3</b>
<b>2. VEGG MED SØYLEFORSTERKNING .....</b>	<b>5</b>

## 1. DIMENSJONERINGSDIAGRAM FOR BEET VEGG

Diagrammene baserer seg på knekking og maksimum tillatt spenning, dvs.  $P < P_{Euler}$ , og  $\sigma_{maks} < \sigma_{tillatt}$ . Forutsetning for benyttelse av diagrammene er at lastene (fra takstol eller bjelke) føres inn i veggens rett over kantlistene (skjøtene) på elementene. På denne måten blir bøyekapasiteten for veggens under takstolen tilsvarende kapasiteten på et helt element, idet halvparten av hvert naboelement aktiveres ref. Figur 1.



**Figur 1 Aktiv part for beregning av EI og lastvirkning**

Som en ser av Figur 1 over, vil en vertikal last som "landes" i skjøten på hvert element (c/c 1200 mm) aktivere en halvpart av hvert tilgrensende elementbredde. På denne måten blir summen av bidragene lik en full elementbredde (maksimum kapasitet). Selv om takkonstruksjonen har større takstol eller bjelkeavstand enn c/c 1200 mm, så skal vertikal lastkapasitet bestemmes i hht. de presenterte diagrammene for styrken pr. element, og lasten skal alltid "landes" på kantlistene i skjøten mellom to naboelement.

NB! Hulldekkelement eller takstoler med c/c 600 må behandles særskilt.

Dimensjoneringsdiagrammet tar hensyn til effektiv flens på panelene i BEET elementet som funksjon av veggens høyde. Den effektive flensen benyttes for beregning av EI, knekklast og respons for vindlast mm. Det er lagt inn en forhåndskrumning av elementet på 0,1% av elementets lengde, hvilket er synonymt med verdier for stålpillarer. Dette antas å være noe konservativt, siden kantprofilene vil være ekstremt rette p.g.a. aktuell produksjonsmetode. Forhåndskrumningen forårsaker et bøyemoment på veggens som tillegg til ren kompresjon pga. vertikallasten. Dette reduserer den totale lastkapasiteten til elementet sett i forhold til en helt rett vegg. Utbøyningen av veggens som forårsakes av dette bøyemomentet vil skape et tilleggsmoment som ytterligere reduserer lastkapasiteten.

Vindlasten forårsaker også utbøyning med tilsvarende virkning som forhåndskrumningen beskrevet ovenfor. Igjen vil økende vindlast ta av veggens bøyekapasitet og den resulterende utbøyningen gir ytterligere et tilleggsmoment som forårsakes av aksiallasten (Kompresjon fra nyttelast, snølast etc.).

Ved forskjellige vindlaster fås dermed forskjellige kapasiteter mht. vertikallast på veggens, som funksjon av høyden på veggens. For høye vegger vil utbøyningen p.g.a. vindlasten

øke kraftig, slik at vindlasten har stor innflytelse på resulterende lastkapasitet, mens på korte vegger vil lastkapasiteten i større grad bli bestemt av maksimal trykkspenning (jevnt fordelt over tverrsnittet).

I diagrammene som presenteres herunder er det også lagt inn stiplede linjer som viser maksimal langtidslast (trykkapasitet) for materialene i vegg. Denne begrensningen gjelder for vertikalbelastninger i hht. NS 3479 i bruddgrensetilstand. I tillegg er også Euler lasten plottet som funksjon av veggens høyde. Vi kan si at disse stiplede linjene er grenseverdier for belastning på veggelementene. (Også Euler lasten er angitt i diagrammet med en sikkerhetsfaktor på 1,25 mot knekking (material sikkerhetsfaktor))

Kurvene i diagrammene viser beregnet kapasitet i hht ovenstående dividert med en sikkerhetsfaktor for utnyttelse av materialene på 1,25 for kompresjon og knekking.

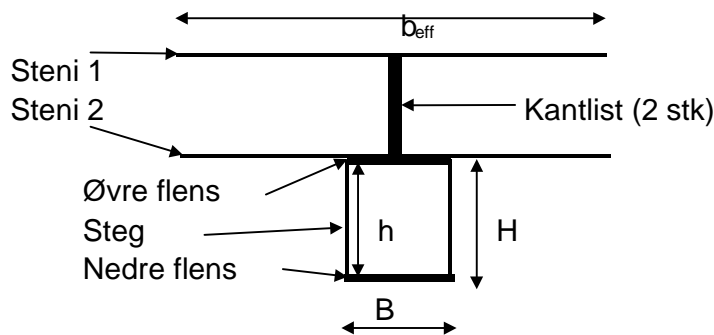
**Laster for bygget som benyttes for input i diagrammene skal være laster i bruddgrensetilstanden i hht. NS 3479.**

Kurvene er i utgangspunktet etablert for BEET 100 og BEET 200 vegg med kontinuerlige elementer over hele vegg høyden. Kapasiteten blir imidlertid påvirket dersom vegg bygges med skjøting av elementer over høyden. Standard høyde (maksimum) på elementene er 3,5 meter. Pga. den måten elementene skjøtes på, med omlegg på 0,5 meter på kantlistene vil vegg opprettholde sin stivhet, mens bøyekapasitetene halveres. Reduksjonen av bøyekapasiteten er konservativ, dvs. basert på "worst case" med skjøten midt på vegg der bøyemomentet er størst. I diagrammet for element med skjøt, er også forhåndsutbøyningen øket, tilsvarende maksimum ugunstig "slark" i skjøten (not og fjær koblingen mellom kantlistene) i tillegg til forhåndskrumningen av elementene. Dette øker det initielle bøyemomentet og reduserer dermed vertikallastkapasiteten.

Det er mulig å produsere fulle vegg lengder uten skjøter, og dette er kun nødvendig for elementene på hver side av takstolen eller bjelken for at diagrammet for elementer uten skjøt skal gjelde. Alle elementer som ikke berøres av takstoler, kan skjøtes på vanlig måte. NB! Last fra takstoler og takbjelker skal alltid innføres direkte mot vertikale kantlister, dvs. sentrert over skjøten mellom 2 elementer.

## 2. VEGG MED SØYLEFORSTERKNING

Det er også laget diagrammer for BEET 100 og 200 vegger med søyleforsterkning. Dette påvirker i stor grad bøyestivheten ( $EI$ ), og dermed også knekkkapasitet og vindlastkapasitet for vegg. Også for vegger med søyleforsterkning vil motstandsmomentet svekkes dersom vegg er skjøtet over lengden. Det er benyttet samme kapasitetsbetraktning og reduksjonsfaktor som for vegg uten søyle, (Samme stivhet, men halvert bøyemotstand) som er en konservativ tilnærming.



**Figur 2 Prinsippskisse, tverrsnitt av BEET vegg med søyleforsterkning**

Søylene må boltes godt mot vegg, der bolten skal gå gjennom søylen og inn i begge kantlistene med maksimum 0,5 meters avstand (maks. boltavstand gjelder bolter i vekslende kantlist). Oppbygging av stiveren for vegg med søyleforsterkning For BEET 100 vegg:

Øvre flens; ingen / Steg; 6 mm Steni plate (kledningsplate) på hver side / Trekjerne; 4" x 4" eller 2 stk. spikerlimt 2" x 4" / Nedre flens; 1 stk. kantlist 15 x 100 mm.

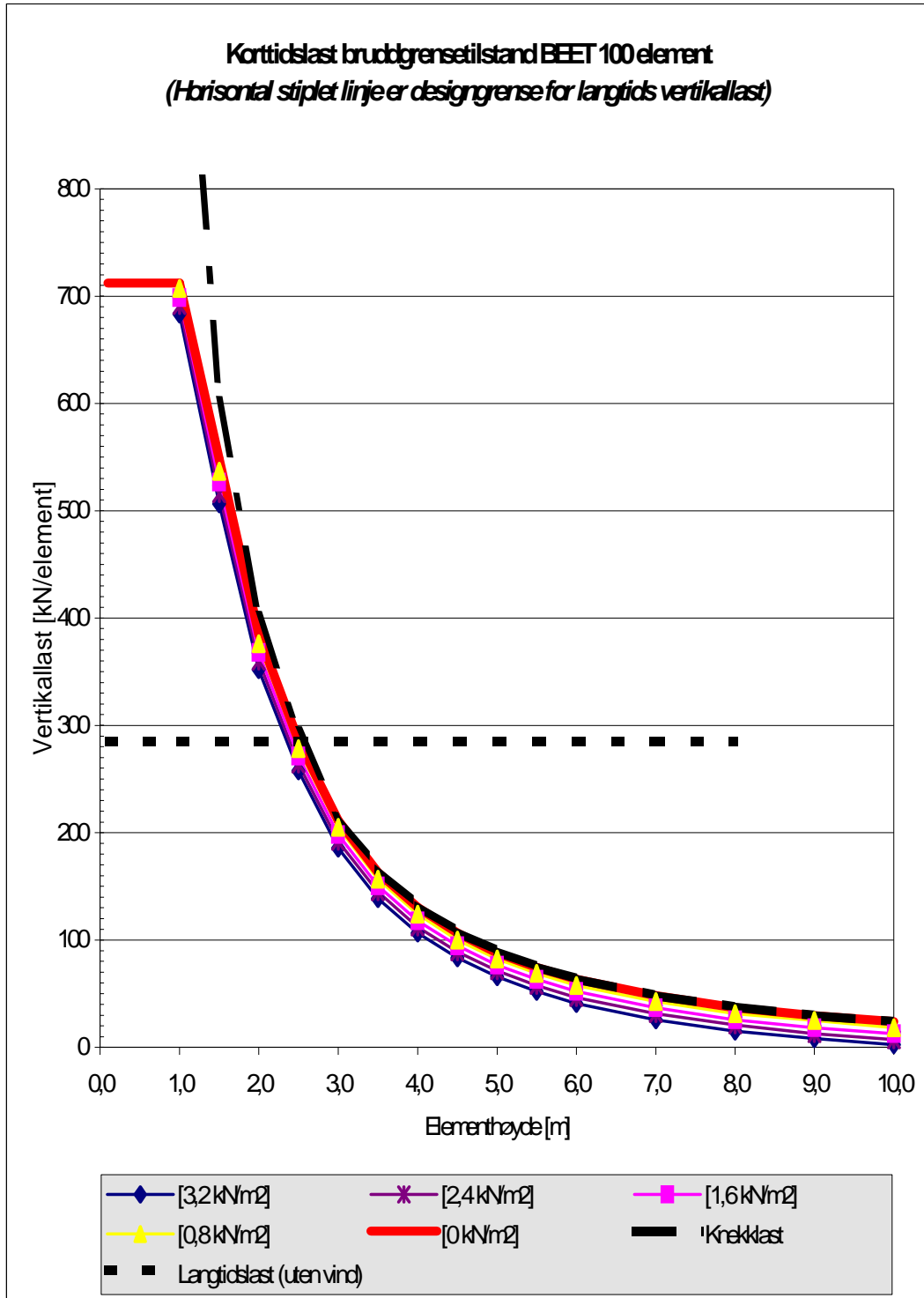
Oppbygging av stiveren for vegg med søyleforsterkning For BEET 200 vegg:

Øvre flens; ingen / Steg; 6 mm Steni plate (kledningsplate) på hver side / Trekjerne; 4" x 8" eller 2 stk. spikerlimt 2" x 8" / Nedre flens; 2 stk. kantlister 15 x 100 mm.

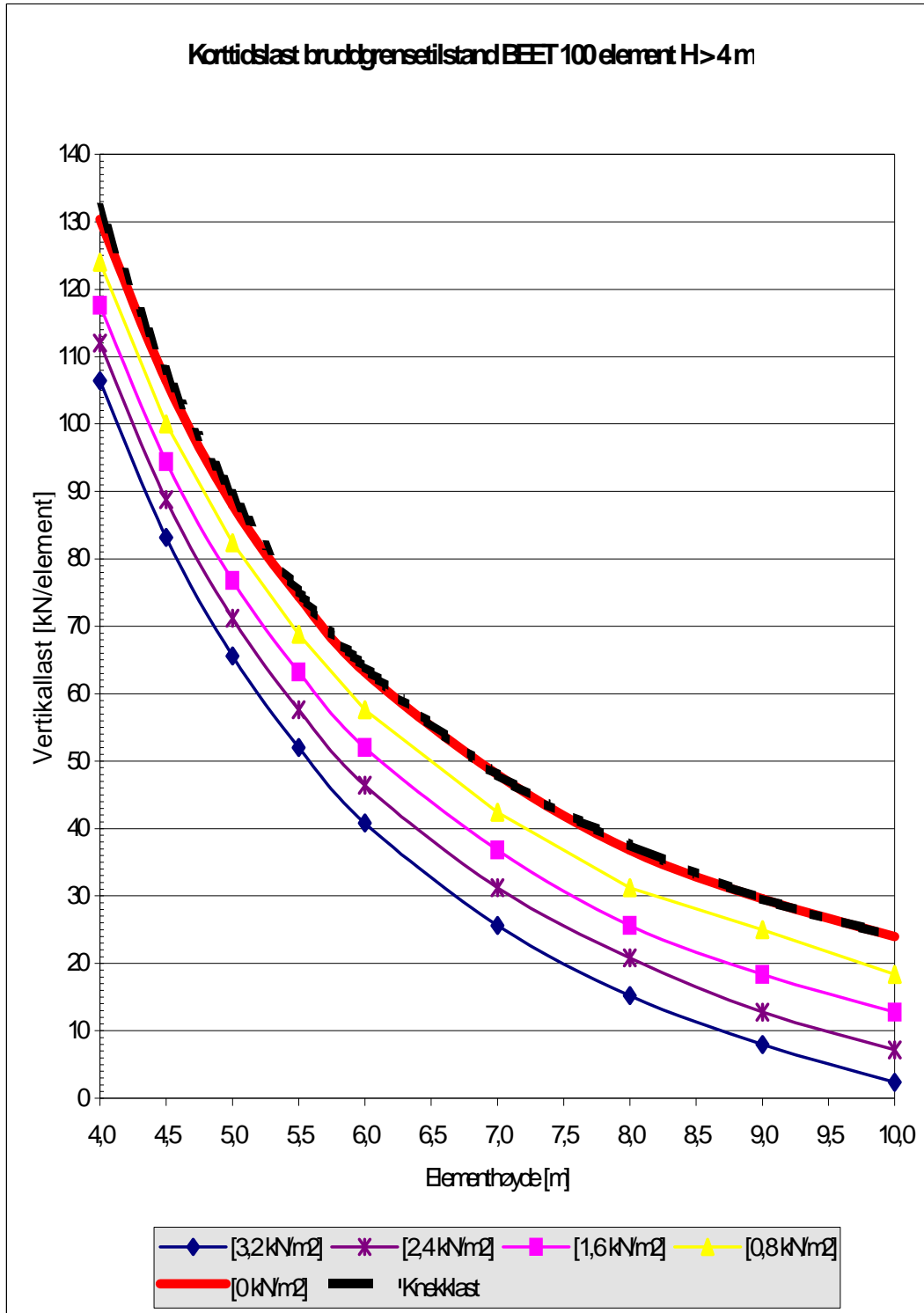
NB! Trekjernen i søylen er dimensjonerende, med fasthetsegenskaper i hht NS 3470.

Den høyeste vindlasten i diagrammene ( $3,2 \text{ kN/m}^2$ ) krever en tilleggsavstiving midt i elementet, for å redusere bøyespenningen lokalt på tvers av kledningsplatene. Denne tilleggsstiveren kan f.eks. være av 48x98 mm trevirke i en BEET 100 vegg, noe som også vil være en løsning som er tilstrekkelig for å benytte de aktuelle diagrammene for takstollaster ved c/c 600 eller hulldekkelementer. Ved c/c 600, vil da diagrammet gi korrekt kapasitet for et element, der vertikallasten er gitt i bruddgrensetilstanden ved last fra 2 takstoler.

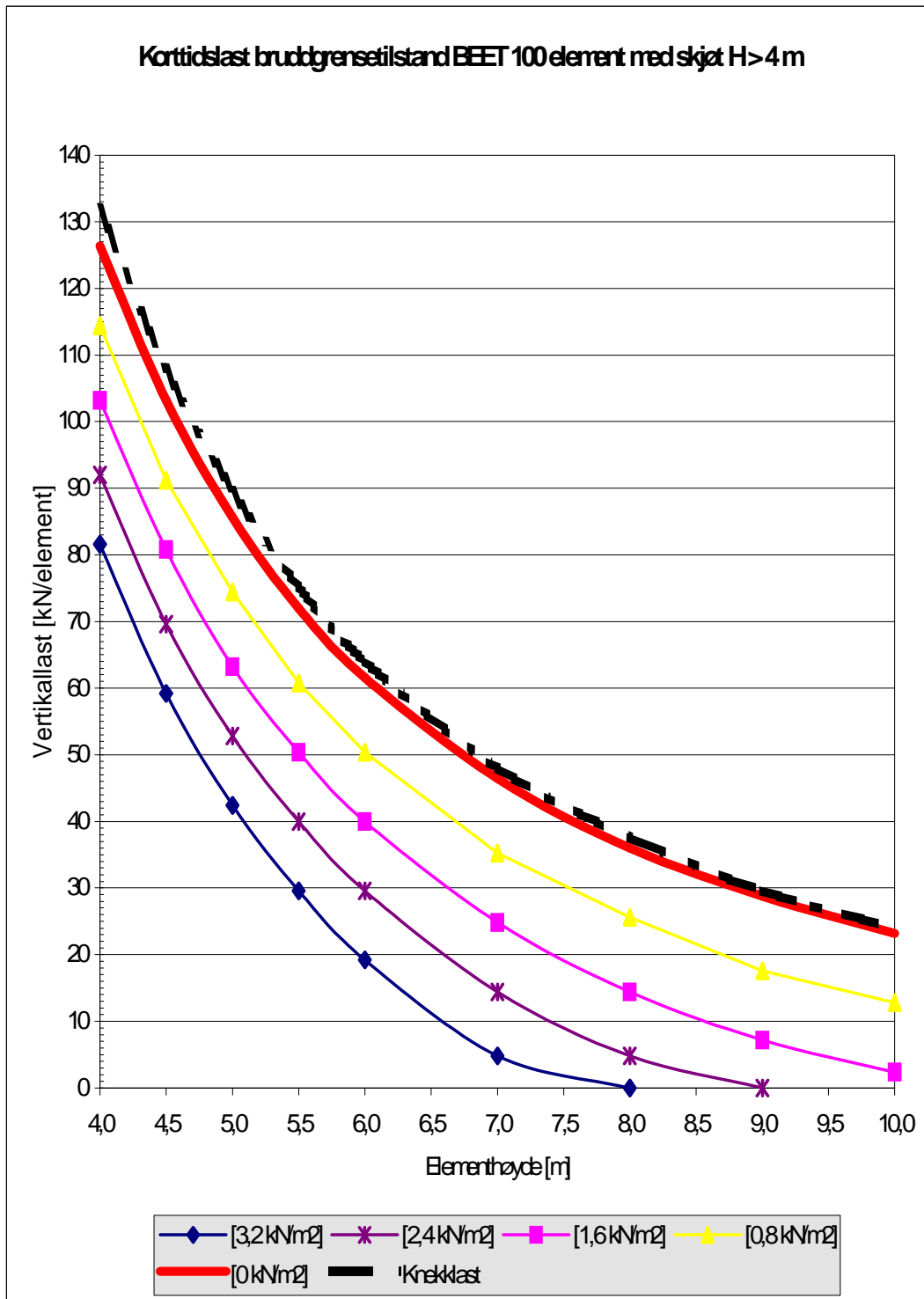
Den høyeste anbefalte vindlast i bruddgrensetilstanden uten tilleggsforsterkning eller avstøtting av kledningsplaten er generelt  $2,4 \text{ kN/m}^2$ . Denne grenselasten er basert på materialparametre for kledningsplaten testet på prøvestaver skåret fra platen. Testing av hele elementer utsatt for vakuum på en side hos NBI, dokumenterer at platestyrken er minimum like god som dette.



Figur 3 Dimensjoneringsdiagram for BEET 100 vegg uten skjøter

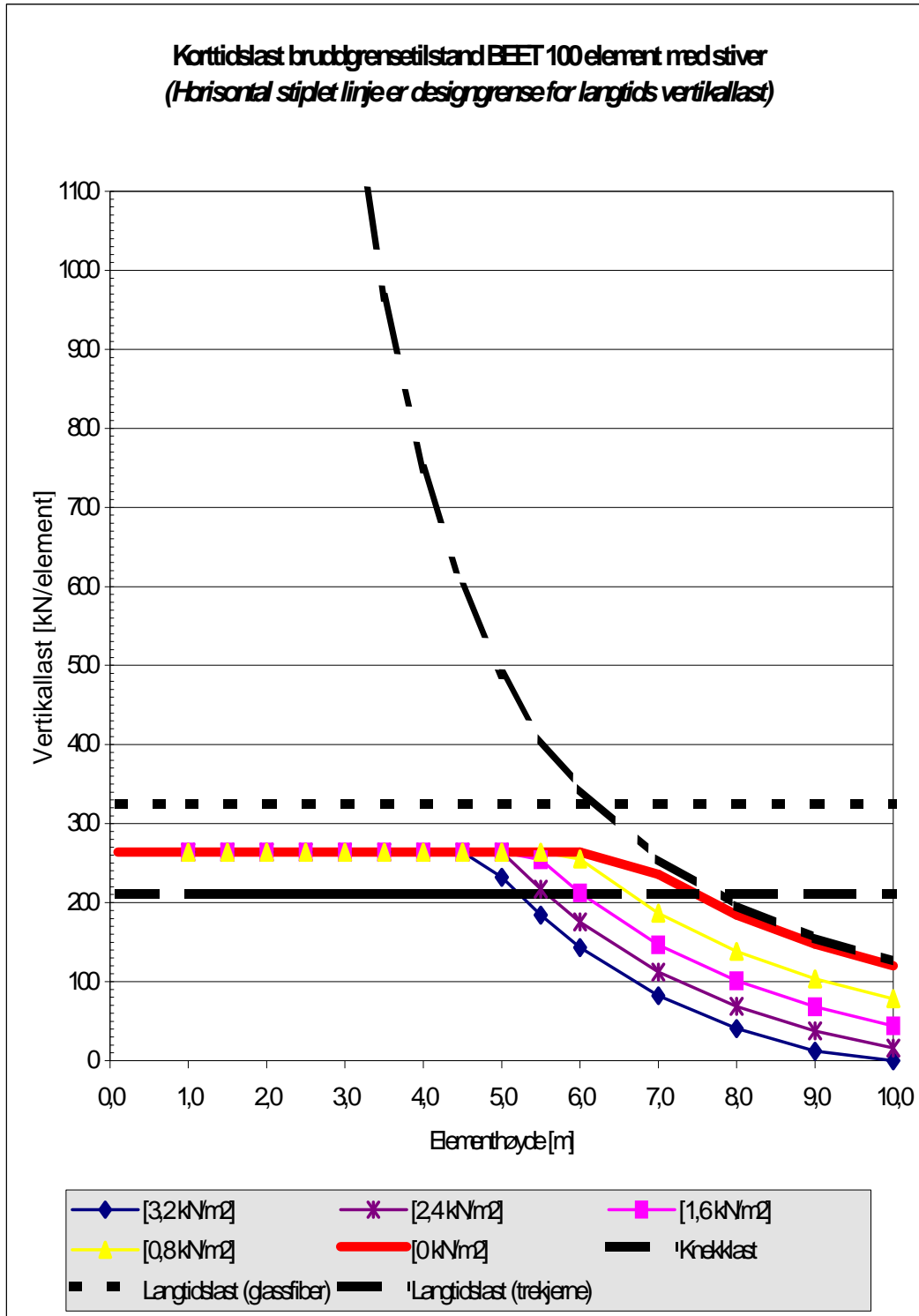


**Figur 4 Dimensjoneringsdiagram for BEET 100 vegg uten skjøter, H > 4 meter**

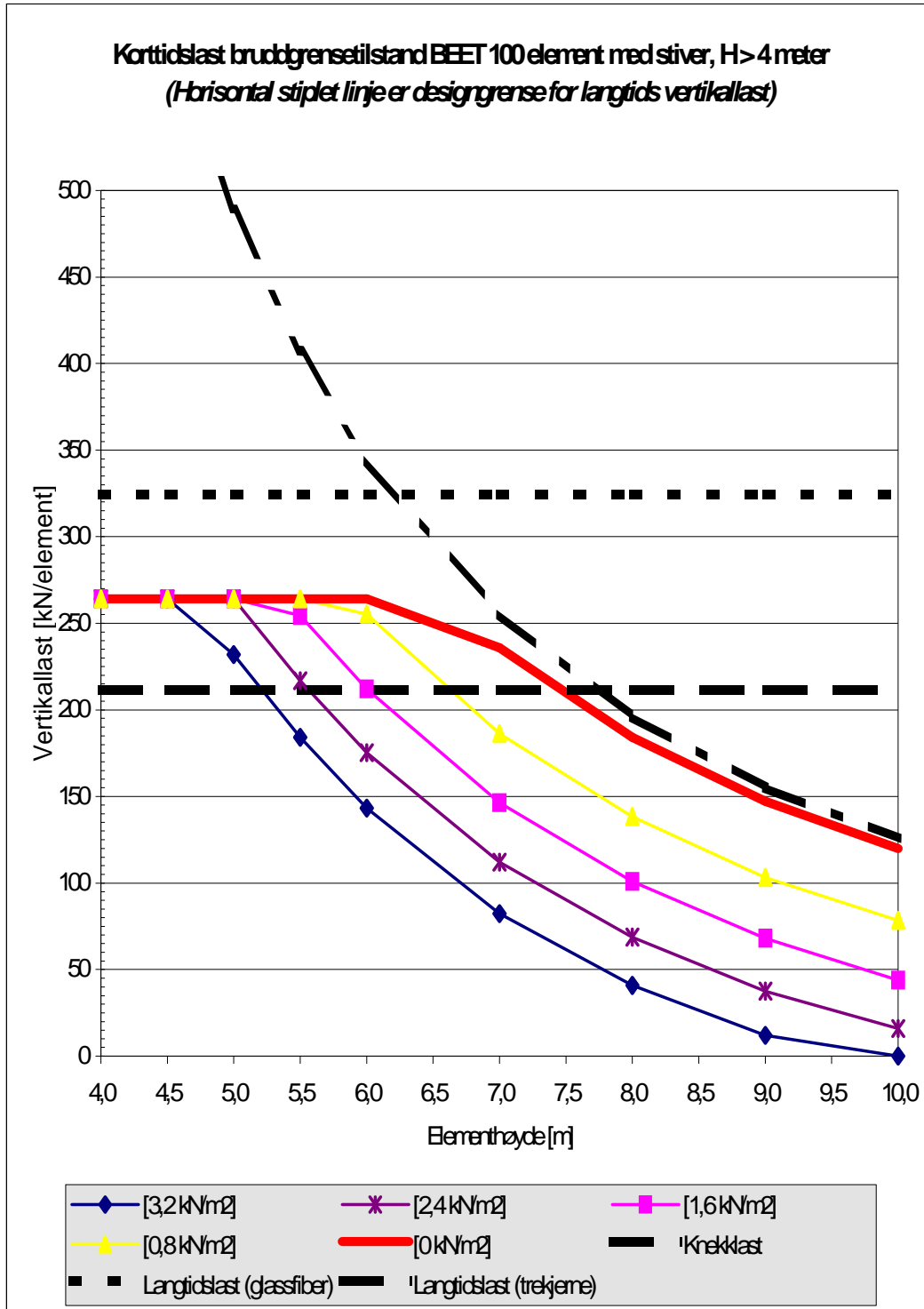


**Figur 5 Dimensjoneringsdiagram for BEET 100 vegg med skjøter, H > 4 meter**

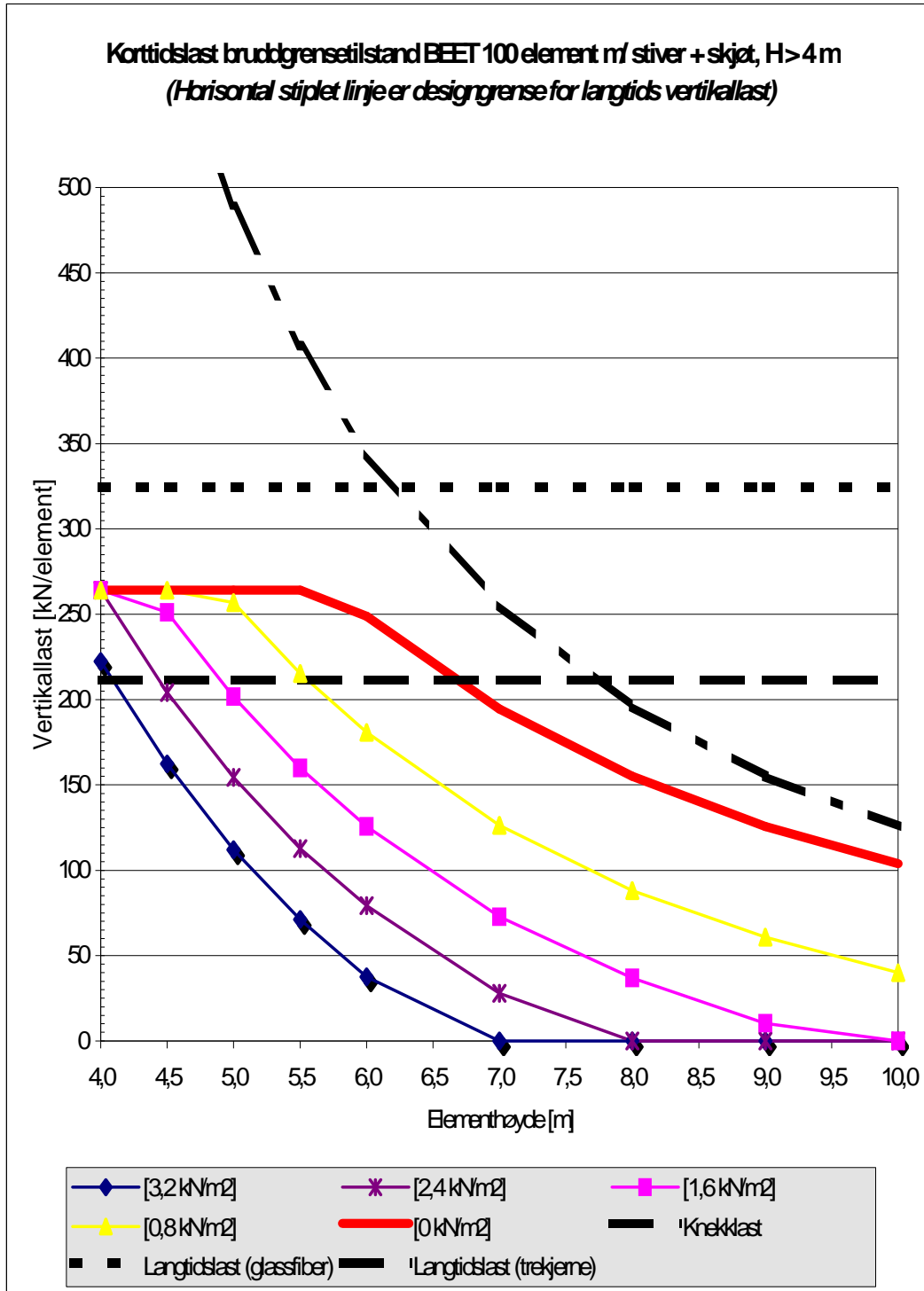




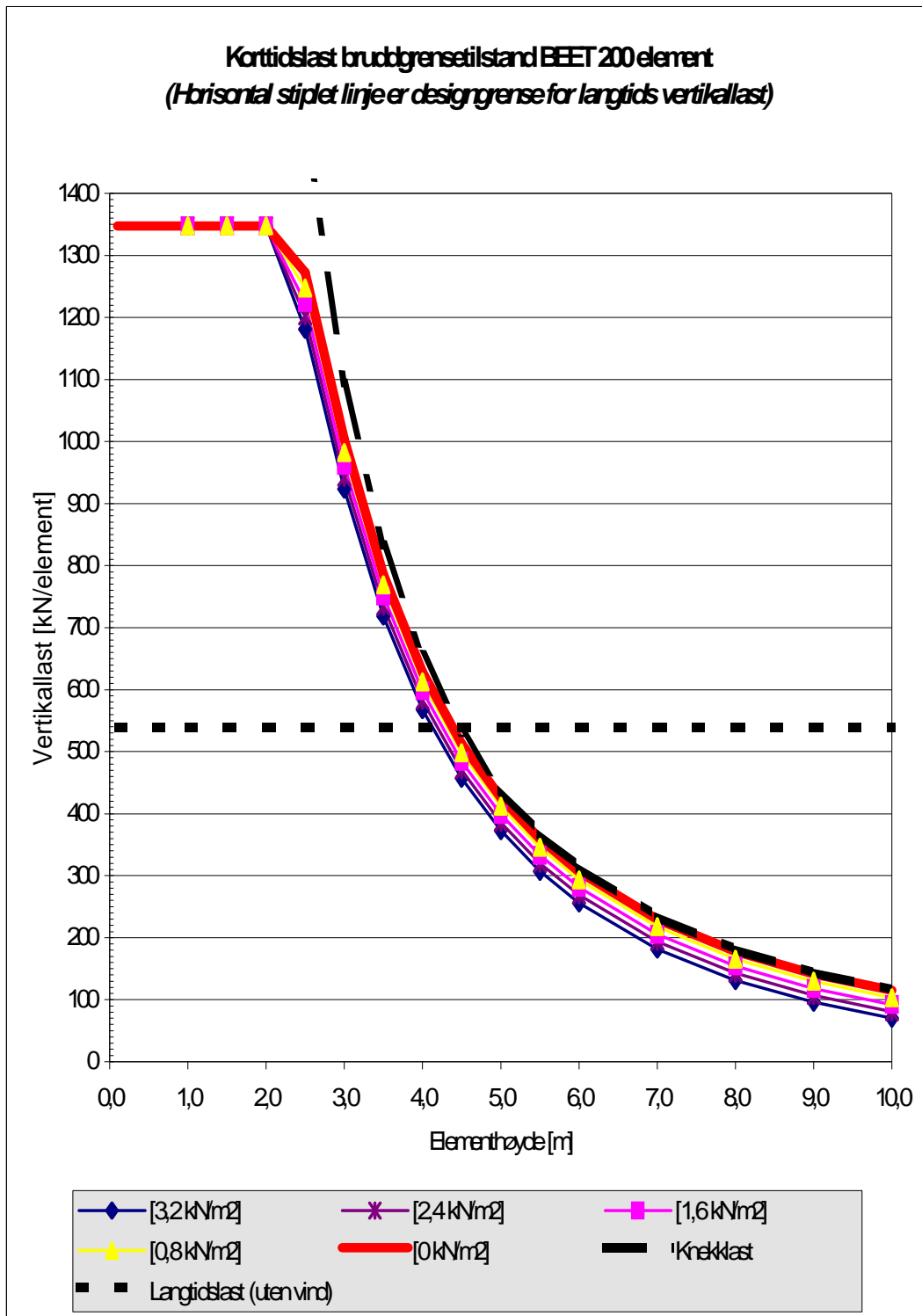
Figur 6 Dimensjoneringsdiagram for BEET 100 vegg med søyle



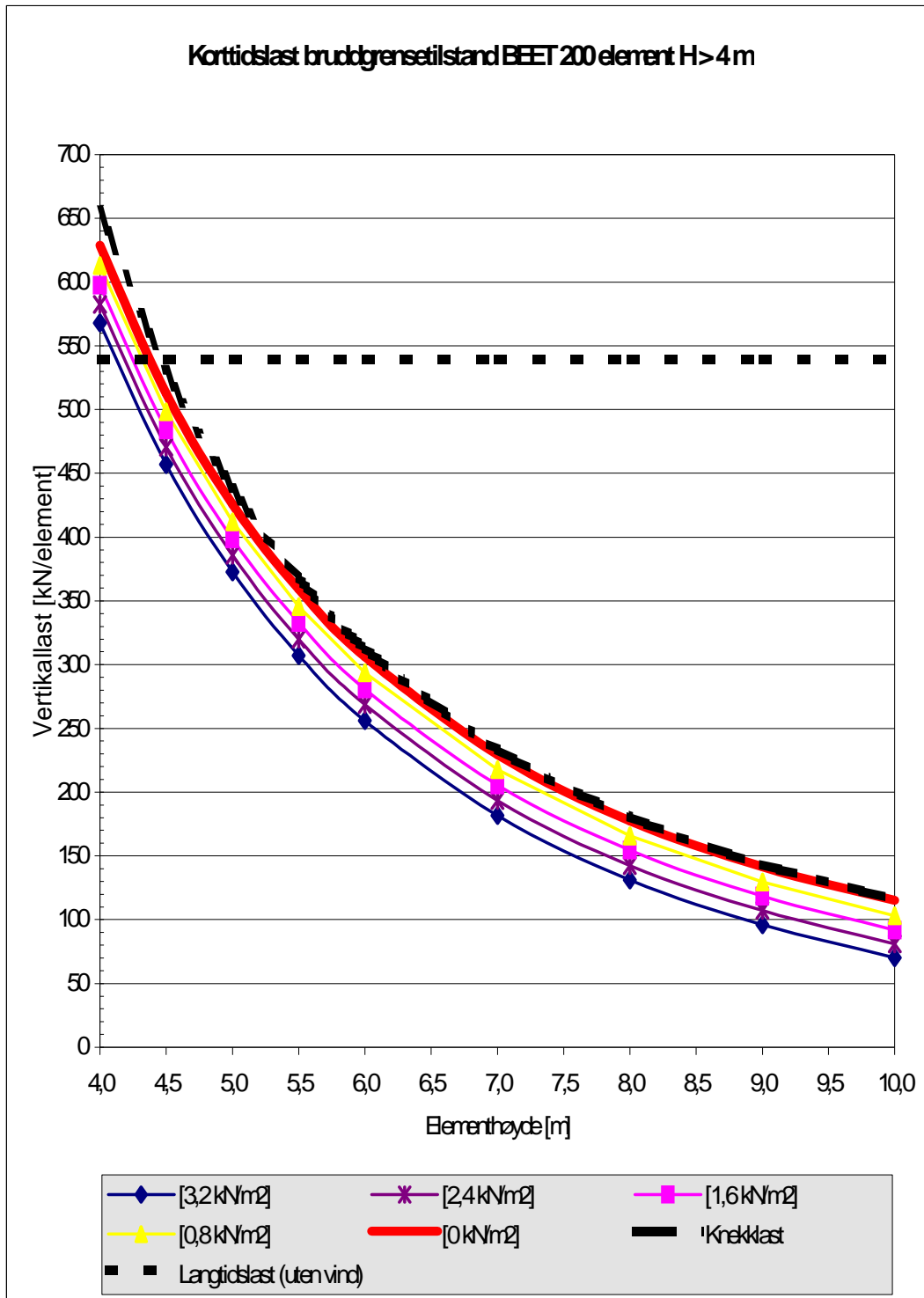
**Figur 7 Dimensjoneringsdiagram for BEET 100 vegg med søyle, H > 4 meter**



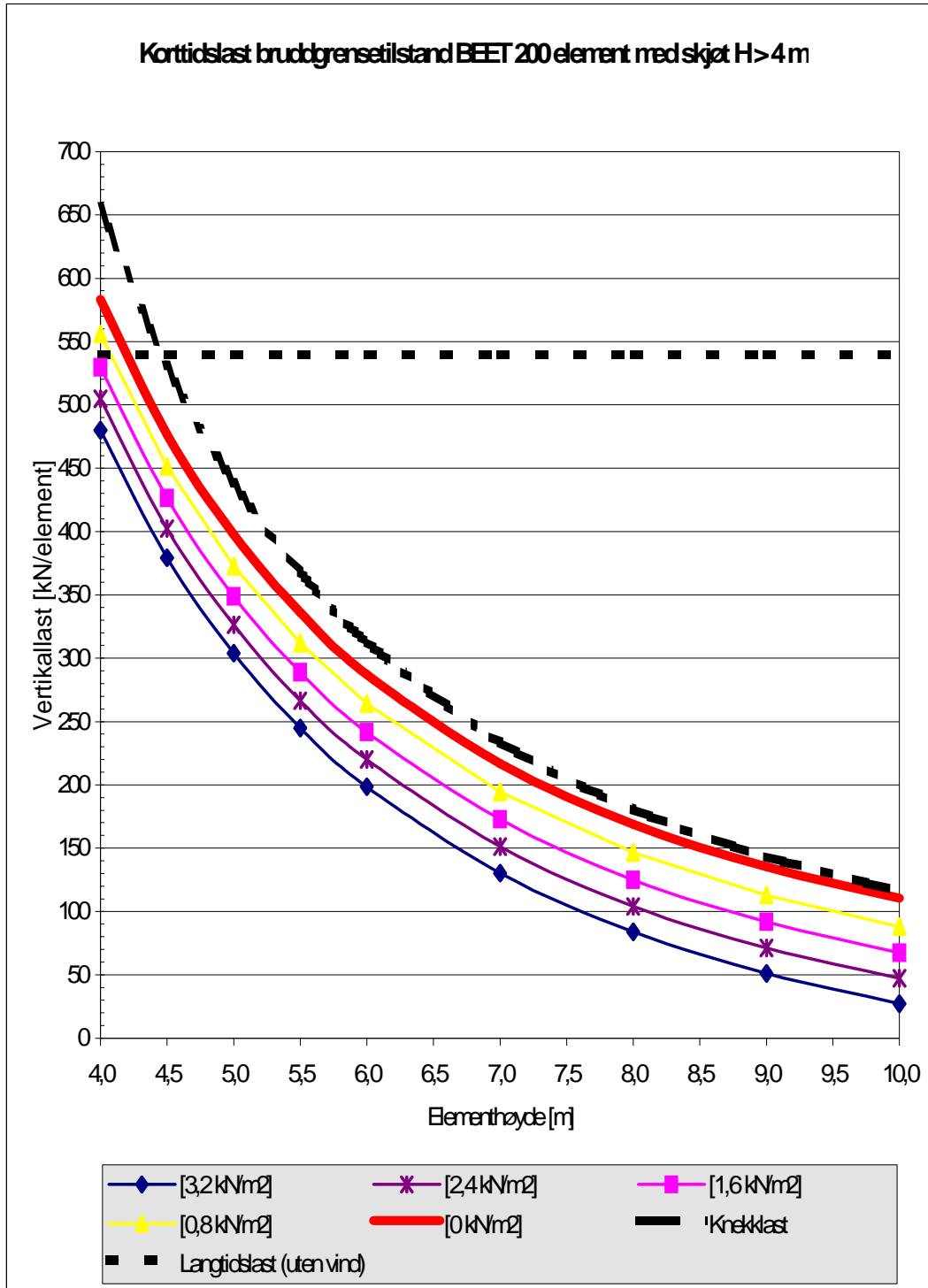
Figur 8 Dimensjoneringsdiagram for BEET 100 vegg med søyle + skjõt, H > 4 meter



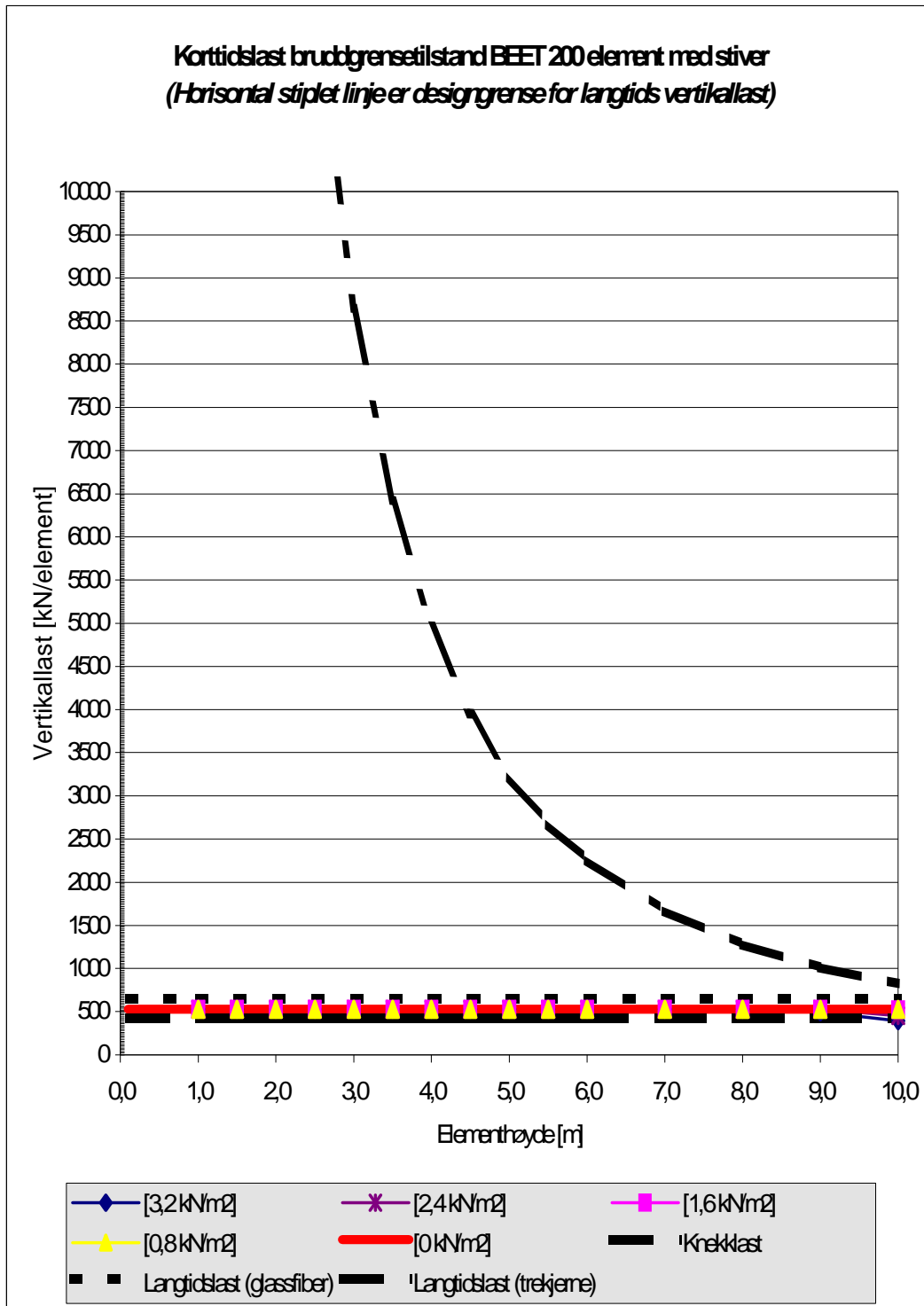
Figur 9 Dimensjoneringsdiagram for BEET 200 vegg uten skjøter



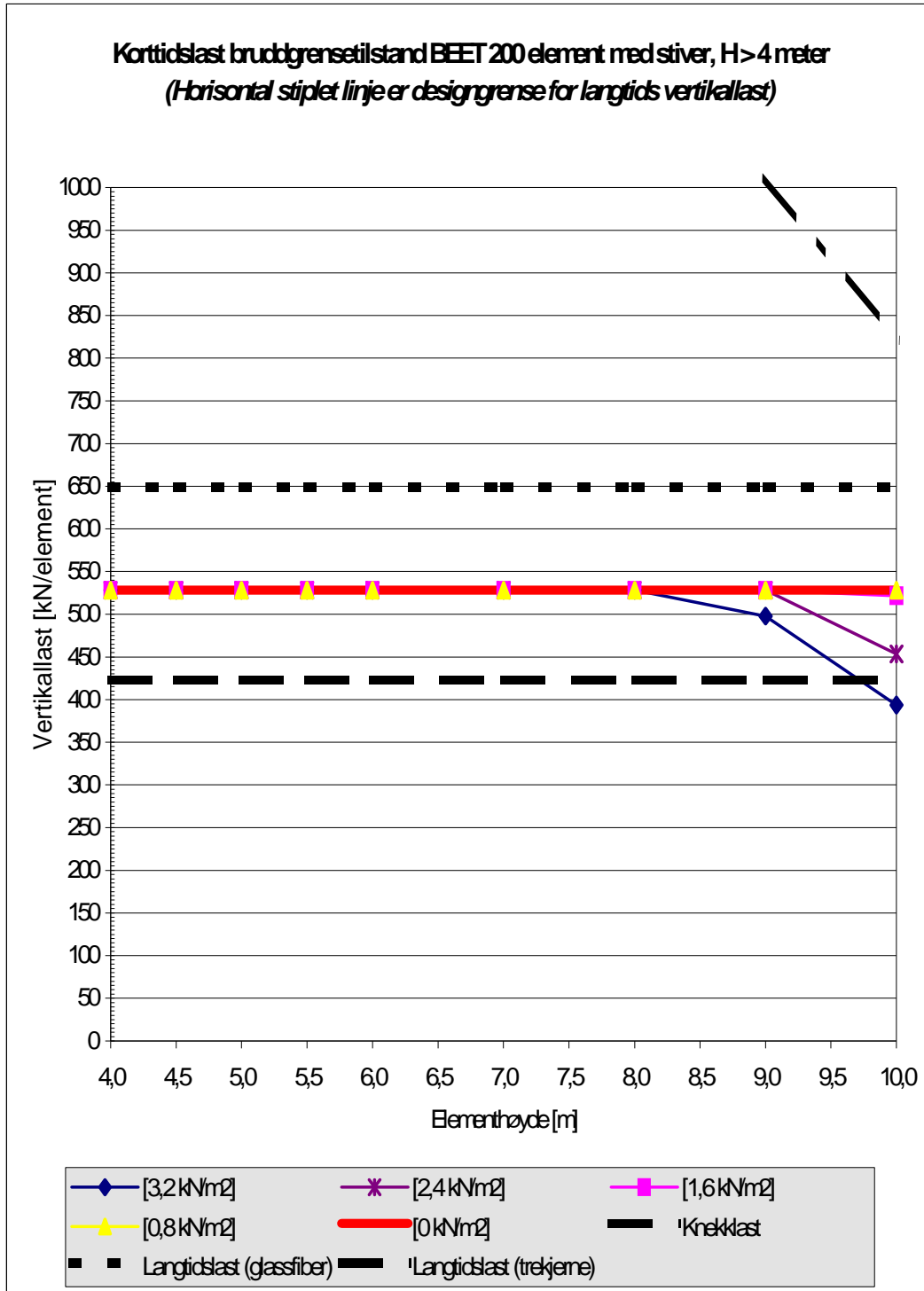
**Figur 10 Dimensjoneringsdiagram for BEET 200 vegg uten skjøter, H > 4 meter**



**Figur 11 Dimensjoneringsdiagram for BEET 200 vegg med skjøter, H > 4 meter**

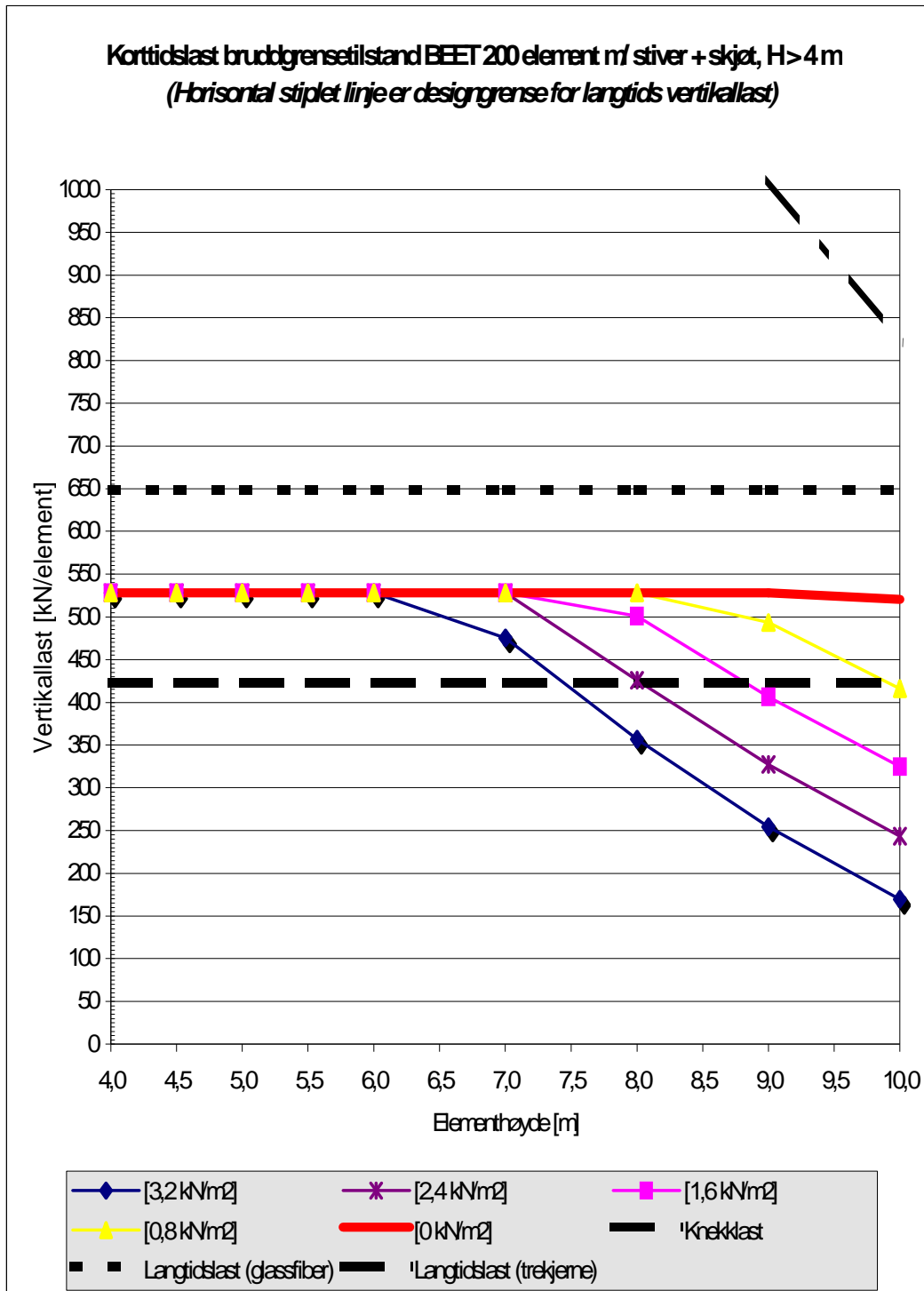


**Figur 12 Dimensjoneringsdiagram for BEET 200 vegg med søyle**



Figur 13 Dimensjoneringsdiagram for BEET 200 vegg med søyle, H > 4 meter





Figur 14 Dimensjoneringsdiagram for BEET 200 vegg med søyle + skjõt, H > 4 meter