



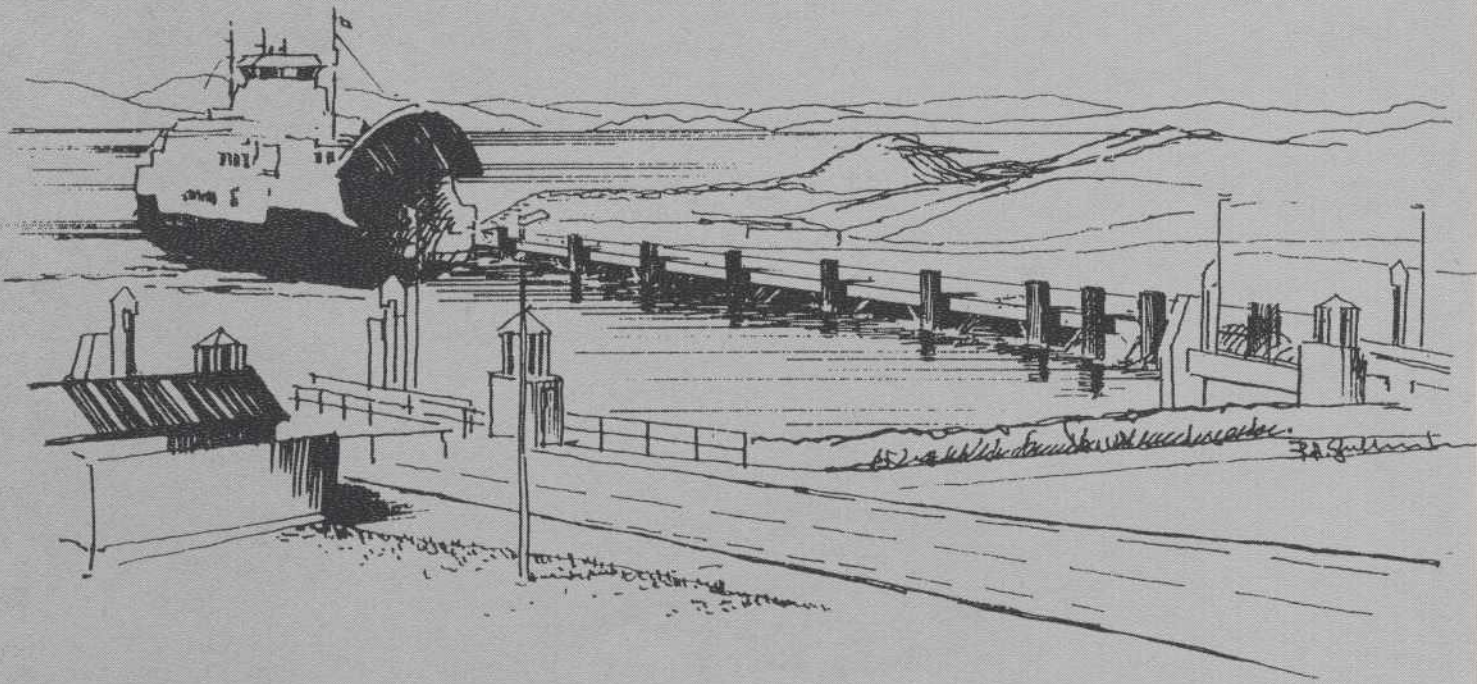
Statens vegvesen

Håndbok-141

FERJELEIER-2

# Ferjekaier

Planlegging  
Prosjektering



Normaler



**Statens vegvesen**

FERJELEIER-2

# **Ferjekaier**

Planlegging  
Prosjektering

# HÅNDBØKER I STATENS VEGVESEN

Dette er en håndbok i vegvesenets håndbokserie - en samling fortløpende nummerte publikasjoner som først og fremst er beregnet for bruk innen etaten.

Håndbøkene kan kjøpes av interesserte utenfor Statens vegvesen til de priser som er oppgitt i håndbokoversikten - håndbok 022.

Det er den enkelte fagavdeling innen Vegdirektoratet som har hovedansvaret for utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

De daglige fellesfunksjoner som utgivelse av håndbøker fører med seg, blir ivaretatt av det sentrale håndboksekretariat.

Vegvesenets håndbøker utgis på 2 nivåer:

Nivå 1 - Røde striper på omslaget - omfatter Forskrifter, Normaler og Retningslinjer godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.

Nivå 2 - Blå striper på omslaget - omfatter veiledninger, Lærebøker og Vegdata godkjent av den enkelte fagavdeling i Vegdirektoratet.

Ferjeleier - 2

## **FERJEKAIER**

Nr.141 i Vegvesenets håndbokserie

Opplag: 650

Trykk: GCS A/S Oslo

ISBN 82-7207-384-6

# FORORD

Normalene er utgitt med hjemmel i Forskrifter etter veglovens § 13, fastsatt av Samferdselsdepartementet i brev av 24. mars 1987.

Følgende normaler og retningslinjer danner grunnlag for og supplerer håndbok 141 og gjelder foran disse ved eventuelle uoverensstemmelser:

- Lastforskrifter for bruer og ferjekaier i det offentlige vegnett
- Prosjekteringsregler for bruer
- Prosesskode - 2

Denne håndboken, som er en revidert utgave av håndboken av 1988, vil senere bli supplert med et kap. 1 " Landområdet og maritime forhold ".

Disse to håndbøkene vil erstatte den gamle håndbok 004 Ferjeleier.

Håndboken inneholder generelle data for planlegging og prosjektering av ferjekaier. Det er i tillegg referert til håndbøkene 175 " Standard ferjekaibruer " og 181 " Standard ferjekaier ".

Disse håndbøkene inneholder normerte arbeidstegninger for hhv. ferjekaibru og ferjekai.

Statens vegvesens normaler er å anse som interne retningslinjer som skal følges så langt dette er mulig. Normaler er ikke forskrifter, og kan ikke påberopes av publikum. Eventuelle avvik fra interne retningslinjer vil bare være gjenstand for intern påpekning og forføyelse, og forholdet gir ikke publikum klagerett.

Vegdirektoratet  
februar 1995

Ansvarlig avdeling:  
Bruavdelingen

<b>2</b>	<b>FERJEKAIER</b>	<b>7</b>
2.1	GENERELT	7
2.1.1	Gyldighetsområde	7
2.1.2	Betegnelser	7
2.1.3	Prinsippskisse av ferjekai	8
2.1.4	Plassering av ferjekai	9
2.1.5	Kaityper	9
2.1.6	Strandkaier	10
2.1.7	Utstikkerkaier ( p irer )	11
2.2	HOVEDDIMENSJONER	12
2.2.1	Ferjekaiens lengde	12
2.2.2	Senterlinjeavstand	12
2.2.3	Kotehøyder, dybder	12
2.2.4	Kotehøyde for brukar	12
2.2.5	Kotehøyde for tilleggs kai	12
2.2.6	Fenderverkets kotehøyder	12
2.2.7	Støtkrefters angrepshøyde	13
2.2.8	Minste dybde - bunnkote	13
2.2.9	Vannstandsvariasjoner, sammenstilling kotehøyder	14
2.3	BEREGNINGSGRUNNLAG, DIMENSJONERING	15
2.3.1	Laster på ferjekai	15
2.3.2	Materialer, utførelse og kontroll	15
2.3.3	Krav til materialer	15
2.3.4	Undervannsarbeider	15
2.3.5	Spesielle armeringsregler	16
2.3.6	Bruk av prefabrikerte betongelementer	16
2.3.7	Stål innstøpningsgods	16
2.3.8	Kontroll	16

2.4	KAIKONSTRUKSJONER .....	17
2.4.1	Kaidekke, tillegskai .....	17
2.4.2	Dimensjoner .....	17
2.4.3	Platekai med fenderpanel .....	18
2.4.4	Platekai med fendervegg .....	19
2.4.5	Brubås .....	20
2.4.6	Brukar .....	21
2.4.7	Plater/bjelker langs brubås .....	22
2.4.8	Frontramme .....	22
2.4.9	Støt mot tillegskai / fortøyningslaster .....	23
2.4.10	Støt mot ferjekaibru .....	23
2.4.11	Alternativt opptak av horisontalkrefter .....	24
2.5	FENDRING .....	25
2.5.1	Generelt .....	25
2.5.2	Fending med dumperdekk .....	25
2.5.3	Fending med fenderpanel/elementfendere .....	27
2.6	FUNDAMENTERING .....	28
2.6.1	Generelt .....	28
2.6.2	Direkte fundamentering på fjell .....	28
2.6.3	Direkte fundamentering i løsmasser .....	28
2.6.4	Stålrørspeler til fjell .....	29
2.6.5	Stålrørspeler i løsmasser .....	30
2.7	KAIUTSTYR .....	31
2.7.1	Innstøpningsgods for ferjekaibru .....	31
2.7.2	Heisetårn for ferjekaibru m/rørføringer .....	31
2.7.3	Sperrebom .....	31
2.7.4	Aggregatthus med utstyr .....	31
2.7.5	Sikkerhetsutstyr .....	32
2.7.6	Pullere .....	32
2.7.7	Belysning .....	32
	VEDLEGG: Betongfylte stålrørspeler. ....	33
	Dimensjonerende bæreevne.	

## 2.1 GENERELT

### 2.1.1 GYLDIGHETSOMRÅDE

Dette hovedkapitlet inneholder veiledning for dimensjonering av ferjekaier som skal benyttes av standardiserte ferjer i det offentlige vegnett

### 2.1.2 BETEGNELSER

Aggregatthus:	Hus for hydraulisk og elektrisk utstyr for ferjeleiet
Bru:	Ferjekaibru = kjørbar forbindelse mellom ferje og kai.
Brubås:	Den del av kaikonstruksjonen som omslutter ferjekaibrua.
Brufending:	Energiabsorberende konstruksjon mellom bru og brukar.
Brufrent:	Den ende av brua som har anlegg på ferja.
Brukar:	Bruas opplagring mot land.
Brulager:	Bruas opplagring på brukar.
Brystning:	Oppbygging over kaiplan til å ta støt fra ferja og for å heve fenderverket.
Bunnkote:	Høyeste tillatte bunnivå i området hvor ferja skal manøvrere.
Effektiv kailengde:	Lengde fra brufrent til det punkt rundingen av kaia begynner.
Fenderverk:	Energiabsorberende konstruksjon mellom kai og ferje.
Ferjekai:	Kaisystem med bru.
Ferjeleie:	Havneområde, ferjekai og landområde.
Friksjonsplate:	Betongplate plassert i løsmasser bak brukar for opptak av horisontalkrefter.
Heisetårn:	Oppheng for bruas løfte- og senkeanordning.
Minste dybde:	Minste dybde fra MV( middelvann NGO kt +/- 0) til ferdig bunn i ferjas manøvreringsområde.
Puller:	Festeanordning for fortøyning.
Resess:	Ferjas understøttelse for brufrent.
Senterlinjeavstand:	Avstand fra forlengelsen av bruas senterlinje til ytterkant fenderverk på tilleggs kai målt i høyde MV + 1m.
Sperrebom:	Stengebom for trafikken til brua fra oppstillingsplassen.
Tilleggs kai:	Den kai som ferja legger til.

### 2.1.3 PRINSIPPSKISSE AV FERJEKAI

Nedenfor er angitt prinsippsskisse av ferjekai med vanlig brukte betegnelser.

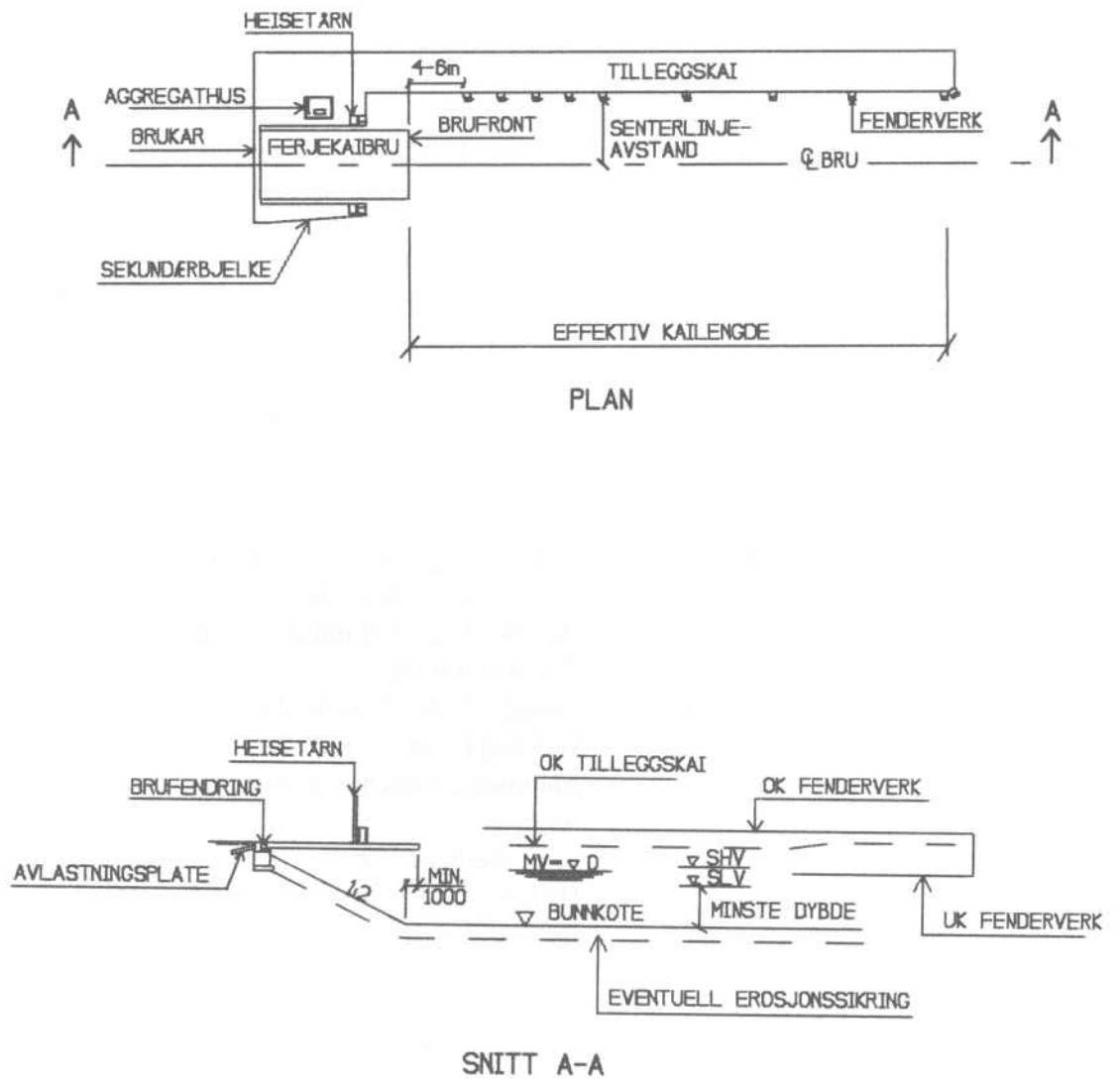


Fig. 1.1: Prinsippsskisse av ferjekai



#### **2.1.4 Plassering av ferjekai**

Som grunnlagsmateriale for den maritime vurderingen for plassering av et ferjeleie bør følgende benyttes:

Sjøkart over aktuelle områder. Den norske los. Eventuelt havnekart. Opplodning av aktuelt havneområde. Uttalelser fra ferjeselskapene og havnemyndighetene.

#### **2.1.5 Kaityper**

Kaier kan inndeles i ulike kategorier ut fra definisjonsbehov, f.eks. på grunnlag av:

- Plassering i forhold til strandlinja
- Kaiens oppbygging og statiske virkemåte

I dette avsnitt behandles to vanlig forekommende kaityper ut fra plassering i forhold til strandlinja.

## 2.1.6 STRANDKAIER

På en rekke steder i norske fjorder lar det seg gjøre å plassere ferjeleiets tilleggskai langs strandkanten i en slik avstand fra land at utdyping for ferja blir minst mulig, aller helst unødvendig. Ofte kan brukar plasseres på fjell hvor det er et lite nes slik at horisontalkrefter lett kan opptas. Forøvrig plasseres landkar i steinfylling.

Tilleggskaien avstages til land for opptak av horisontalkrefter. Fortrinnsvis plasseres fundament for stag over vann.

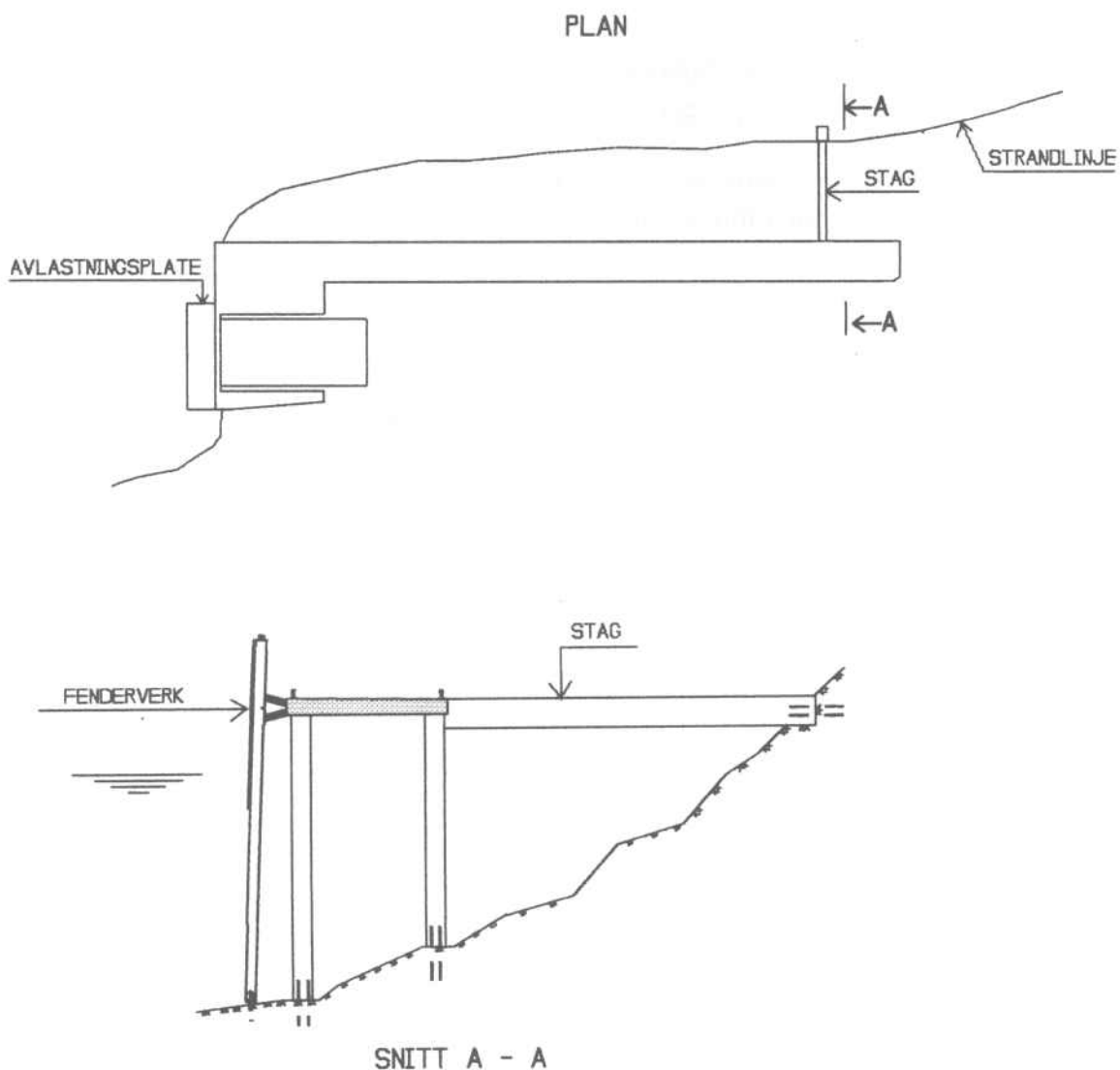


Fig. 1.2 Strandkai

### 2.1.7 UTSTIKKERKAIER (PIRER)

Ved relativt langgrunne strender kan det være aktuelt å plassere ferjeleiets tilleggskai mer eller mindre rett ut fra strandkanten.

Tilleggskaien må da avstages til bunnen, jfr. fig. 1.3.

Alternativ løsning med påstøp for ekstra vekt kan benyttes hvis det er problematisk å overføre strekk fra peler til grunnen.

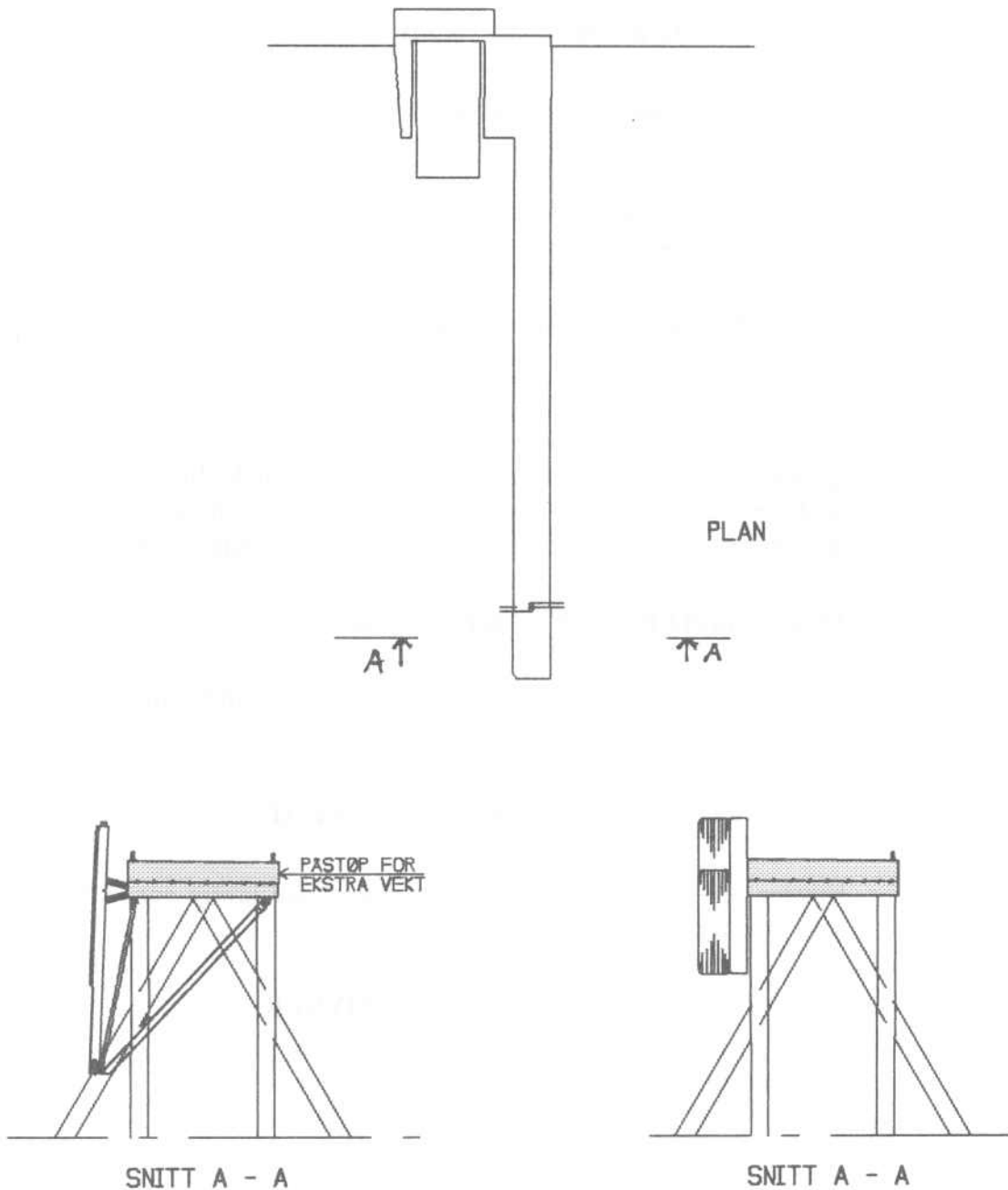


Fig. 1.3 Utstikkerkai

## **2.2 HOVEDDIMENSJONER**

### **2.2.1 FERJEKAIENS LENGDE**

Tilleggskaiens lengde vurderes ut fra de lokale forhold og ferjenes manøvreringsevne.

Normalt skal tilleggskaiens lengde velges 3/4 av ferjas lengde.

### **2.2.2 SENTERLINJEAVSTAND**

Ferjekaienes senterlinjeavstand skal normalt være:

5.75 m for 4.5 m bru

6.75 m for 7.0 m bru

7.75 m for 9.0 m bru

### **2.2.3 KOTEHØYDER, DYBDER**

For vannstandsvariasjoner henvises til fig. 2.2

Kotehøyder angitt i det følgende gjelder for standardferjer og ferjer med tilnærmet samme høyder. Ferjekaier som skal trafikkeres av ferjer med ekstremt lave eller høye dekk og resess, må vurderes spesielt.

### **2.2.4 KOTEHØYDE FOR BRUKAR**

Høyden for overkant brukar bør normalt ligge fra 2 til 2.4 m over MV. Kfr. fig. 2.3

### **2.2.5 KOTEHØYDE FOR TILLEGGSKAI**

Høyden for overkant tilleggskai bør ikke ligge lavere enn 2m over MV. Kfr. fig. 2.3.

### **2.2.6 FENDERVERKETS KOTEHØYDER**

Det vises til fig. 2.3.

## 2.2.7 STØTKREFTERS ANGREPSHØYDE

Støtkraft mellom ferje og fending skal beregningsmessig kunne opptre i området mellom SLV + 1.5m og opp til SHV + 2m.

## 2.2.8 MINSTE DYBDE - BUNNKOTE

Minste dybde ved ferjekaien bør være:

MV - største ferjes dypgående -  $Z_0$  - 0.3m (trim) - 0.25m (svell) - 0.75m (klaring til bunn)

Ut fra dette beregnes høyeste tillatte bunnkote for ferjeleiet. Dette gjelder det område der ferjas kjøler kan befinne seg.

Fra senterlinje ferjebås mot tilleggskai kan bunnen utformes tilsvarende ferjas bunn. Dette kan spare endel undervannssprengning nær tilleggskai.

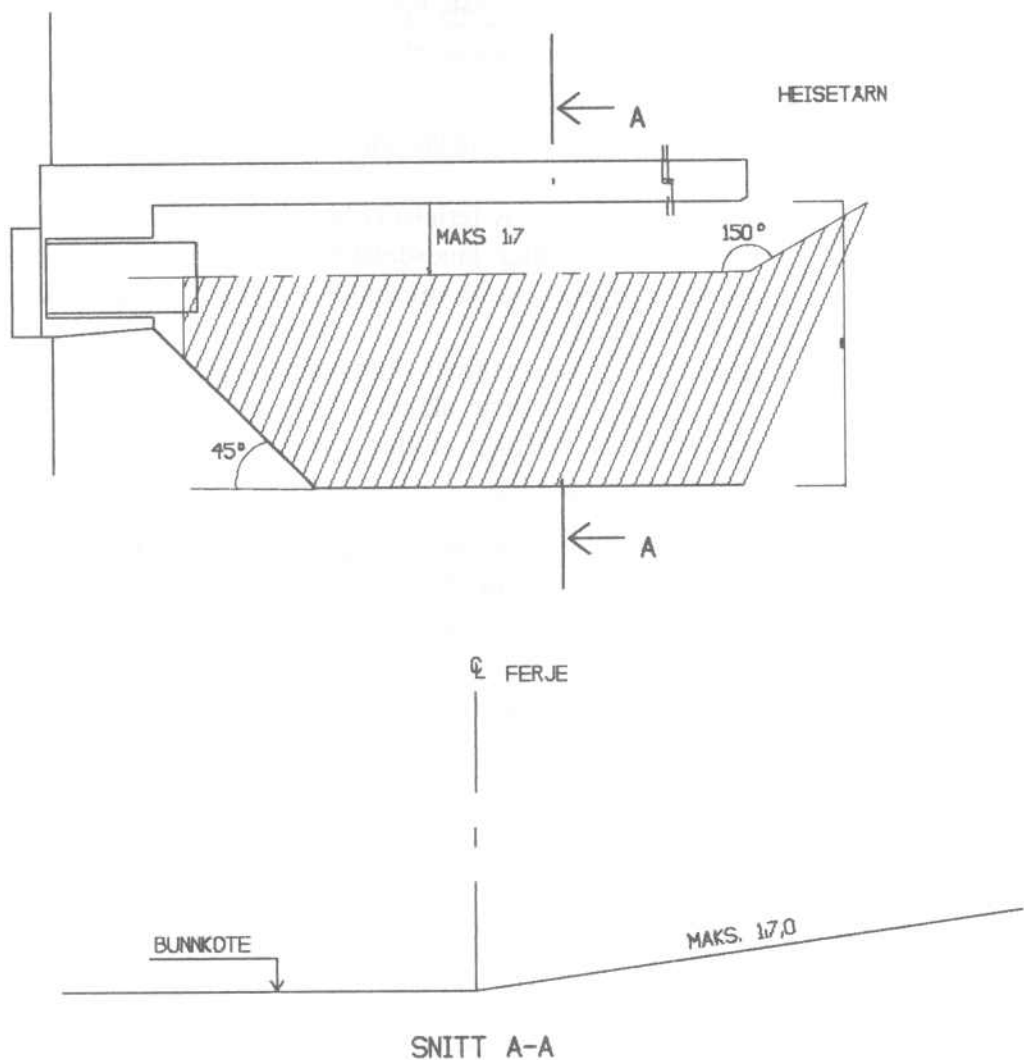


Fig. 2.1 Område for bunnkote

## 2.2.9 VANNSTANDSVARIASJONER, SAMMENSTILLING KOTEHØYDER

Vannstandsvariasjoner skyldes dels tidevann, dels vindtrykk og lufttrykk. Disse virker uavhengig av hverandre og størst avvik fra MV fås når virkningene er sammenfallende.

Følgende betegnelser er vanlige:

v HOV	=	Høyeste observerte vannstand	
v HHV	=	Høyeste høyvann	
v SHV	=	Spring høyvann	ca 0.6m
v HV	=	Høyvann	Z <sub>0</sub>
v MV	=	Middelvann ( NGO kt. 0 )	
v LV	=	Lavvann	Z <sub>0</sub>
v SLV	=	Spring lavvann	
v LLV	=	Laveste lavvann	ca 0.4m
v	=	Laveste observerte vannstand	

Fig. 2.2 Vannstandsvariasjoner

Ved prosjektering av ferjekaier bør Z<sub>0</sub> brukes såsant denne er kjent. Særlig i de nordlige landsdeler kan Z<sub>0</sub> variere betydelig p.g.a. lokale fjordformasjoner og strømforhold. I denne forbindelse henvises til " Den norske Los ".

Når lokal Z<sub>0</sub> ikke er kjent , kan verdiene i figur 2.3 benyttes.

Dypgående for største aktuelle ferje må undersøkes for bestemmelse av bunnkote. Dersom ferjas dypgående er større enn 4.5 m må bunnkoter valgt i figur 2.3, justeres tilsvarende. ( kfr. pkt. 2.2.8 ).

Tidevannsområde	Z <sub>0</sub> m	Kotehøyde OK brukar og tilleggs kai	Kotehøyde OK fenderverk	Kotehøyde UK fenderverk	Bygghøyde Fenderverk	Bunnkote i ferjebås
Rogaland, Sør og Østlandet	0,3	2,0	+ 3,70	+ 0,70	3,0	-6,10
Hordaland	0,8	2,0	+ 3,20	+ 0,20	3,0	-6,60
Sogn & Fjordane	1,0	2,2	+ 3,80	- 0,70	4,5	-6,80
Møre & Romsdal	1,2	2,2	+ 3,80	- 0,70	4,5	-7,00
Nord- og Sør-Trøndelag	1,4	2,3	+ 3,80	- 0,70	4,5	-7,20
Trondh.fjorden, Nordl., Troms og Vest-Finnm.	1,6	2,4	+ 4,40	- 0,10	4,5	-7,40
Ofotfjorden, indre Vestfj. og Øst-Finnmark	1,8	2,4	+ 4,40	- 0,10	4,5	-7,60

\* Bunnkote er beregnet ut fra dypgående på max 4,5 m

\* Lokale forhold kan tilsi andre kotehøyder på tilleggs kai

Fig. 2.3 Sammenstilling kotehøyder

## **2.3 BEREGNINGSGRUNNLAG, DIMENSJONERING**

### **2.3.1 LASTER PÅ FERJEKAIER**

Dimensjonerende laster på ferjekaier er angitt i:

- "Lastforskrifter for bruer og ferjekaier i det offentlige vegnett"

### **2.3.2 MATERIALER, UTFØRELSE OG KONTROLL**

Ferjekaier skal prosjekteres og bygges i samsvar med prosesskoden og prosjekteringsregler for bruer.

I det følgende angis spesielle krav til utførelse og kontroll for ferjekaier

### **2.3.3 KRAV TIL MATERIALER**

Følgende materialer skal normalt benyttes i forbindelse med ferjekaier:

Betong:	Miljøklasse MA, min. C 45
Armering:	K 500 TE
Fjellbolter:	K 500 TE
Fjelldybler:	Syrefast SIS 2343
Stålrørspeler:	S355N (NS - EN 10113 - 2 )
Stål , øvrig:	Min. kvalitet S275N "

### **2.3.4 UNDERVANN SARBEIDER**

For å sikre kvaliteten for konstruksjonen og for å redusere anleggskostnadene, skal ferjekaier normalt plasseres og prosjekteres slik at undervannsarbeider reduseres til et minimum.

Dette kan f.eks. oppnås ved å benytte fundamentering med stålrørspeler som armeres og utstøpes tørt. Det kan videre benyttes tett forskaling og utstøping med betong tilsatt separasjonshindrende tilsetningsstoff nederst i konstruksjonen. Etter herding kan forskaling tømmes og resten støpes som tørrstøp.

### **2.3.5 SPESIELLE ARMERINGSREGLER**

Det vises til prosjekteringsregler for bruer.

### **2.3.6 BRUK AV PREFABRIKERTE BETONGELEMENTER**

Prefabrikerte betongelementer kan benyttes i forbindelse med ferjekaier, enten som rene forskalingselementer eller som bærende konstruksjonselementer.

Prefabrikerte betongelementer kan ha innlagt hovedarmering for samvirke med plaststøpt betong. Det må dimensjoneres for krefter i fuger mellom element og plaststøpt betong.

Ved bruk av prefabrikerte betongelementer må det tas hensyn til det aggressive miljøet omkring en ferjekai. Alle knutepunkt utformes og plaststøpes slik at den endelige konstruksjonen blir monolittisk og med tilstrekkelig armeringsoverdekning alle steder.

### **2.3.7 STÅL INNSTØPNINGSGODS**

Alt innstøpningsgods av stål skal være varmforsinket.

Den innstøpte del skal i tillegg behandles med sandavstrødd epoxymaling eller tilsvarende.

### **2.3.8 KONTROLL**

Betongarbeider i forbindelse med ferjekaier skal utføres ifølge NS 3420 "utvidet kontroll"

Stålkonstruksjoner skal kontrolleres ifølge NS 3472, kontrollklasse II.



## 2.4 KAIKONSTRUKSJONER

### 2.4.1 KAIDEKKE, TILLEGGSKAI

Tilleggskaiens primære oppgave er å fungere som sidestøtte for ferja når den legger til, og når den ligger fortøyd i ferjeleiet.

Avhengig av annen bruk, valg av fenderverk og omgivelsenes naturlige forutsetninger er følgende utforminger vanligvis aktuelle:

- Ren kaiplate
- Kaiplate med fendervegg

### 2.4.2 DIMENSJONER

Kailengde bestemmes iflg. pkt. 6.2.1

Kaibredde velges ut fra følgende betingelser:

- Nødvendig bredde for å fungere som horisontal bjelke mellom fastholdte punkter påkjent av støt- og fortøyningskrefter
- Eventuelt ønske om kjørbart tilleggskai Dette kan være ønskelig i forbindelse reparasjon av fenderverk, lossing av grus etc. I så fall bør fri bredde mellom begrensninger som kailist, pullere, lysmaster og eventuell fendervegg være minst 3.0 m.
- Nødvendig bredde for skinnegående kran når det på forhånd er bestemt at dette skal brukes under bygging.

Tykkelsen for kaiplate og fendervegg bestemmes ut fra dimensjonerende krefter. imidlertid må det tas hensyn til det aggressive miljø konstruksjonene blir stående i.

Følgende minstetykkelser anbefales:

- Kaiplate : 400 mm
- Fendervegg : 500 mm

Alle skarpe kanter avfases med 50 mm trekantlist for å unngå senere avskalling av betong.

I håndbok 181, " Standard ferjekaier " er det utarbeidet fullstendige form- og armeringstegninger for standard ferjekaier.

### 2.4.3 PLATEKAI MED FENDERPANEL

Ved bruk av elementfendere vil platekai fundamentert på betongsøyler eller utstøpte stålrørspeler gi en enkel løsning. Elementfendere gir enkle reaksjonskrefter ved støtlaster.

For prosjektering av nye kaier anbefales fenderpanel til fjell ved små dybder og opphengt fenderpanel ved større dybder. Varianten ned fenderpanel til løsmasser bør unngås ved nyanlegg.

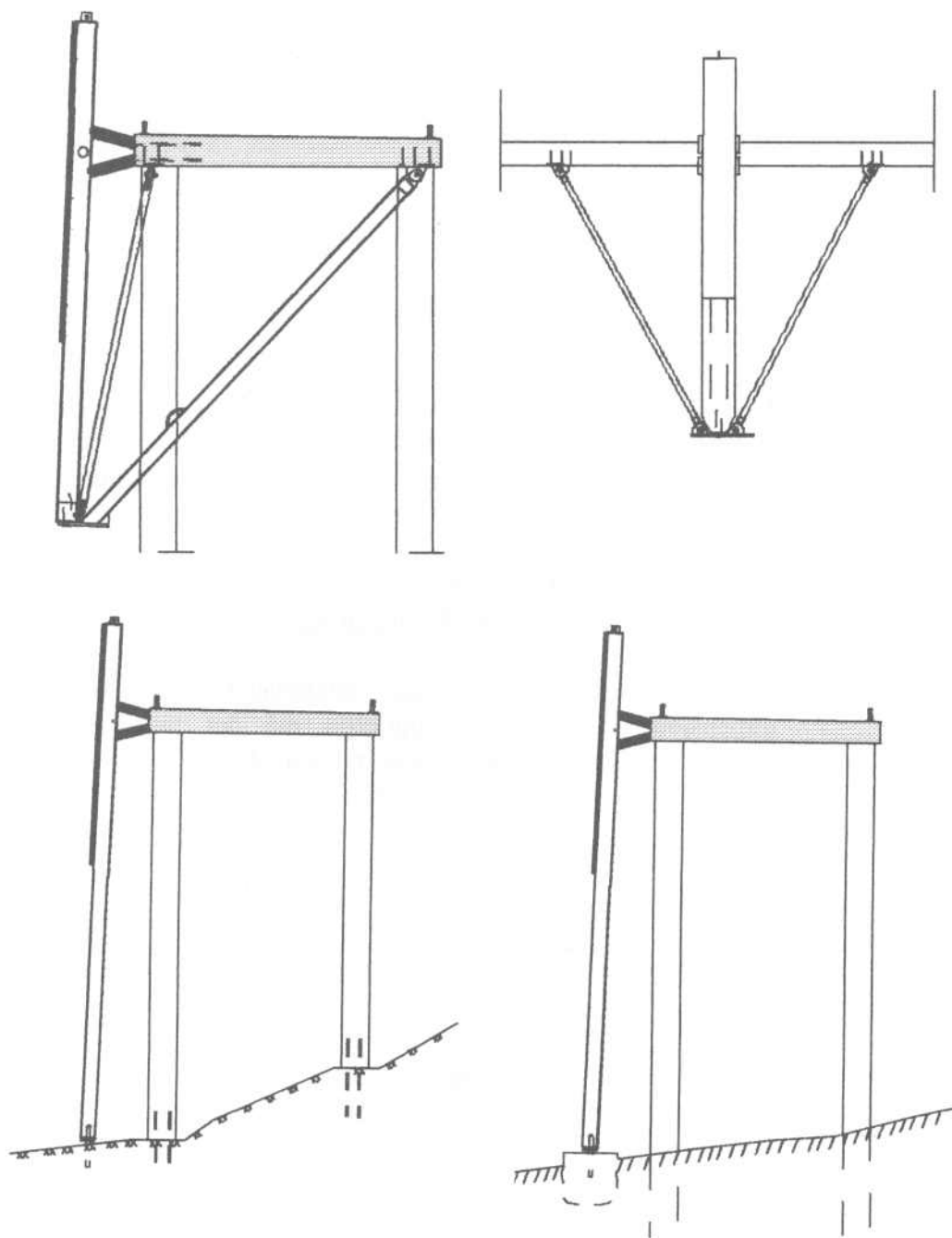


Fig. 4.1 Opphengt fenderpanel, fenderpanel til fjell og løsmasser

#### 2.4.4 PLATEKAI MED FENDERVEGG

Ved bruk av dumperdekk som fending vil denne løsningen være enklest. Støtlaster ved høyvann og lavvann gir moment som må overføres ved hjelp av torsjon i fendervegg og kaiplate til søylepar som dimensjoneres for tilleggslastene. Kaiplata dimensjoneres for maksimale søylelaster, og strekkrefter i søyler må kunne overføres til grunnen.

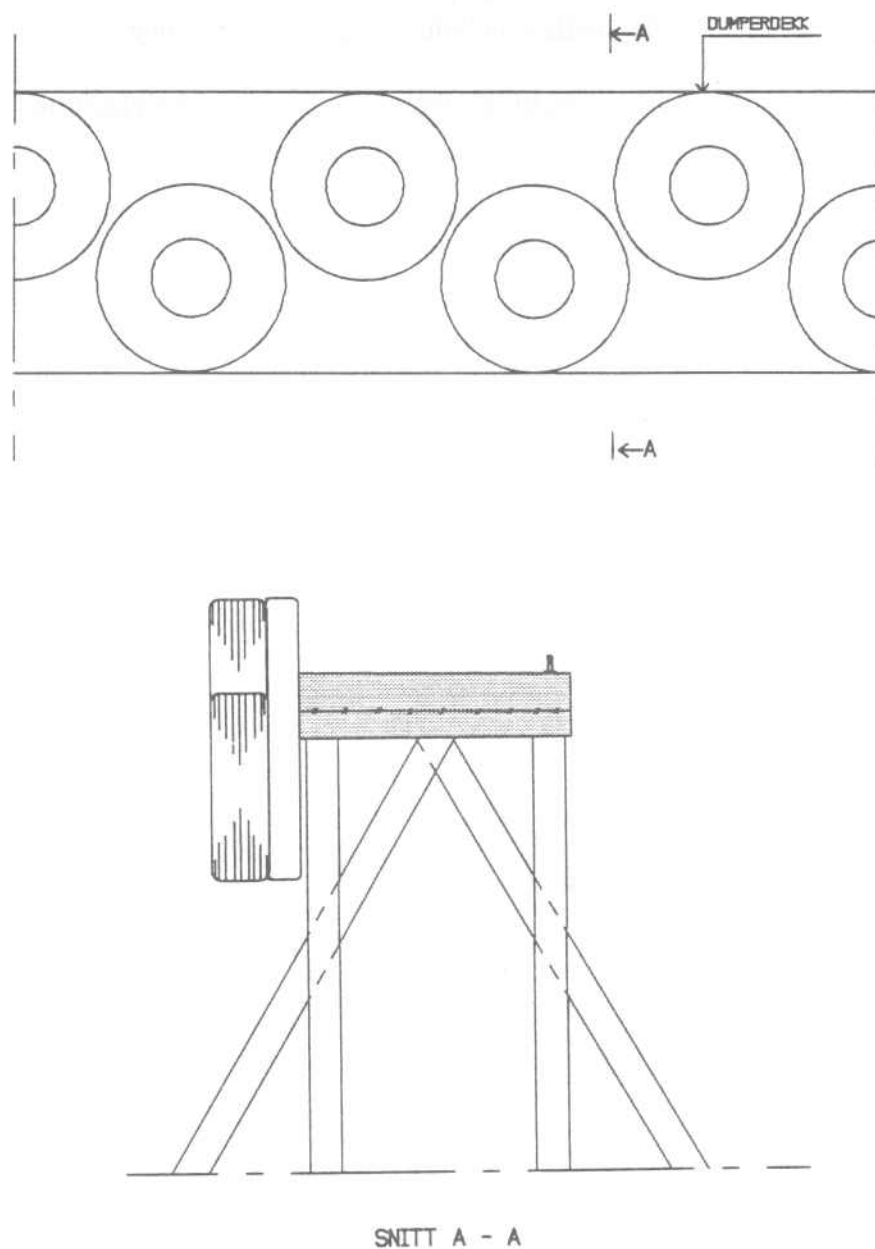


Fig. 4.2 Platekai med fendervegg

#### 2.4.5 BRUBÅS

Som brubås defineres den båsformede del av ferjekaien som omgir ferjekaibrua.

Brubåsens elementer er normalt:

- Brukar for opplagring av ferjekaibrua, evtuelst supplert med avlastningsplate eller peler.
- Frontramme ved fremre sidestyring av brua, eventuelst i kombinasjon med peler
- Plate/ bjelker mellom brukar og frontramme

Forøvrig vises til håndbok 175, "Standard ferjekaibruer"

#### 2.4.6 BRUKAR

Brukaret skal overføre vertikale og horisontale krefter fra ferjekaibrua

Når brukaret fundamenteres på fjell, vil horisontalkrefter normalt kunne overføres ved friksjon og ved direkte trykk mot fjell. I tillegg benyttes fjellbolter.

Ved løsmasser fundamenteres brukar på peler eller direkte i steinfylling. Skråning foran brukar erosjonssikres.

Øvre del av brukar velges min. 650 mm tykt så skader kan unngås ved påkjørsel av ferjekaibrua.

Helning foran brukar må ikke overskride 1:2 ved direkte fundamentering i løsmasse.

Forkant brukar må plasseres minst 1.5 m under fyllingsnivå, jfr. fig. 4.3

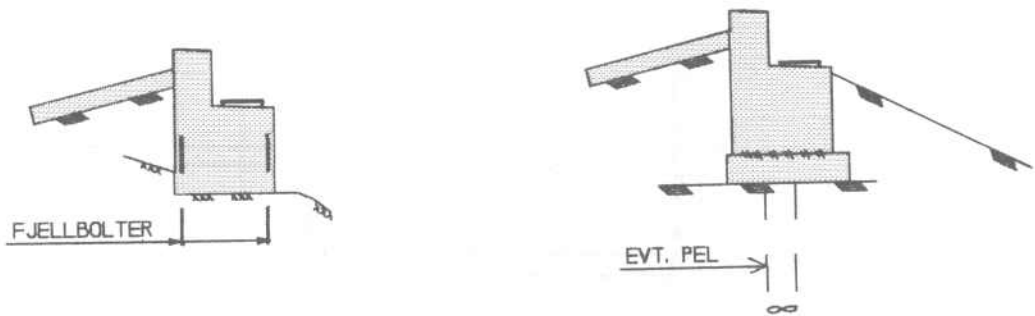


Fig. 4.3 Brukar

### 2.4.7 PLATER/BJELKER LANGS BRUBÅS

Plater/bjelker langs brubås skal bære vertikallaster fra bruheis og trafikklast på tilleggskaiside. Hvis monolittisk støpt bjelke i frontramme under ferjekaibru sløyfes (jfr. avsnitt 2.4.8), må ytre bjelke dimensjoneres for ekstra torsjonsmoment som vil oppstå når brua støter mot sidestyling i forskjellig høyde.

### 2.4.8 FRONTRAMME

Ved bruas fremre sidestyling kan det være lønnsomt å konstruere en U-formet ramme som opptar støtkrefter fra brua i øre og nedre stilling. Ramma er fastholdt i tilleggskaiside.

Alternativt kan bunnbjelke i ramma sløyfes for å unngå undervannsstøp, og en stålbjelke monteres som opplegg for ferjekaibrua ved reparasjon av hydraulikk. Bjelken skal også hindre at brua senkes så lavt at hydraulikken skades. Denne løsningen må ha ekstra skråstag for å oppta horisontalkreftene, og vertikaløsøyle må forankres i fjell eller løsmasser.

Støt sideveis fra bru i øvre og nedre stilling gir momenter som må ivaretas ved dimensjoneringen.

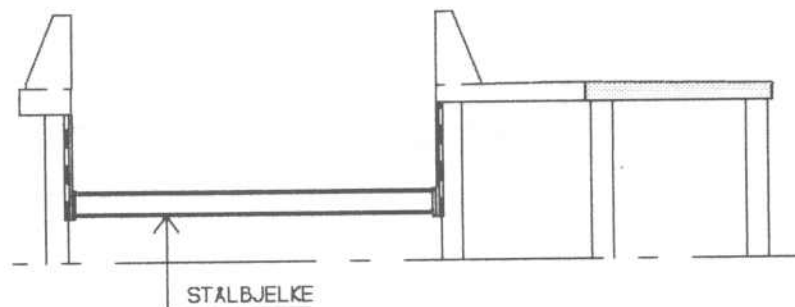


Fig.4.4 Frontramme

## 2.4.9 STØT MOT TILLEGGSKAI / FORTØYNINGSLASTER

Når tilleggskai utsettes for støt- eller fortøyningskrefter, vil tilleggskaien kunne utnyttes og dimensjoneres som en horisontal bjelke normalt fastholdt ved brukar og på tvers av tilleggskai, jfr. fig. 4.5

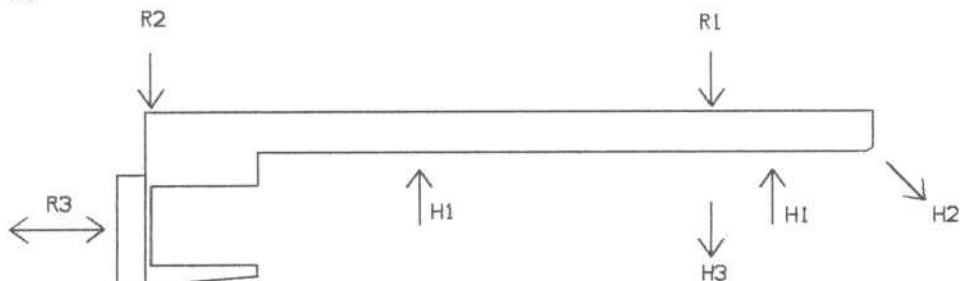


Fig. 4.5 Støt mot tilleggskai / fortøyningslaster

Reaksjonskraft R1 overføres til grunnen ved horisontalt stag eller skråpeler avhengig av omgivelsene.

## 2.4.10 STØT MOT FERJEKAIBRU

Ferjas støtlast mot og strekkraft i ferjekaibru vil føre til reaksjonskrefter som vist på fig. 4.6

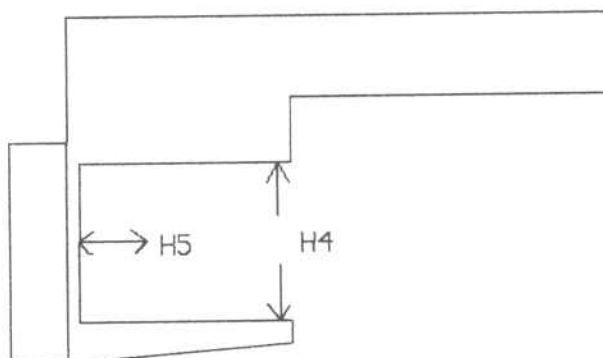


Fig. 4.6 Støt mot ferjekaibru

H4 vil i prinsipp overføres og opptas som vist for H1 på fig. 2.8 for begge retninger. Alternativt må H4 virkende i retning fra tilleggskai opptas som beskrevet i pkt. 2.4.7 og 2.4.8  
H5 opptas som R3 på fig. 4.5

#### 2.4.11 ALTERNATIVT OPPTAK AV HORISONTALKREFTER

Om ønskelig kan kaikonstruksjon med søyler beregnes som tredimensjonal ramme påkjent av horisontalaster. Ved fundamentering i løsmasser bør løsmassenes deformasjonsmotstand modelleres.



## 2.5 FENDRING

### 2.5.1 GENERELT

Fenderverket mellom tilleggs kai og ferje skal oppta ferjas bevegelsesenergi på en slik måte at reaksjonkraften mellom ferje og kai blir minst mulig.

De vanlig brukte fendertyper skissert i det følgende vil gi reaksjonskrefter som ikke overskrider verdiene gitt i " Lastforskrifter for bruer og ferjekaier i det offentlige vegnett"

### 2.5.2 FENDRING MED DUMPERDEKK

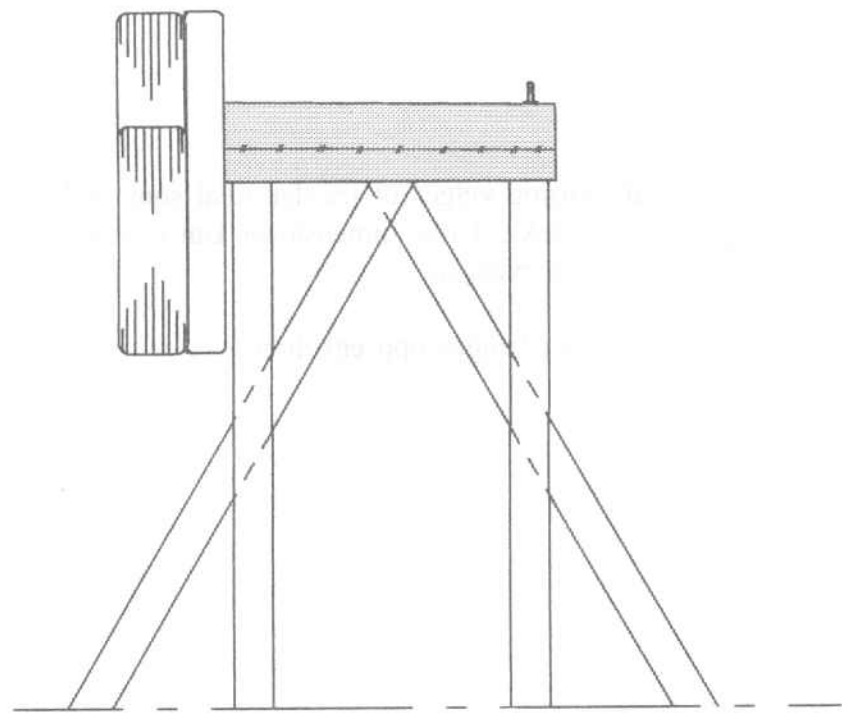
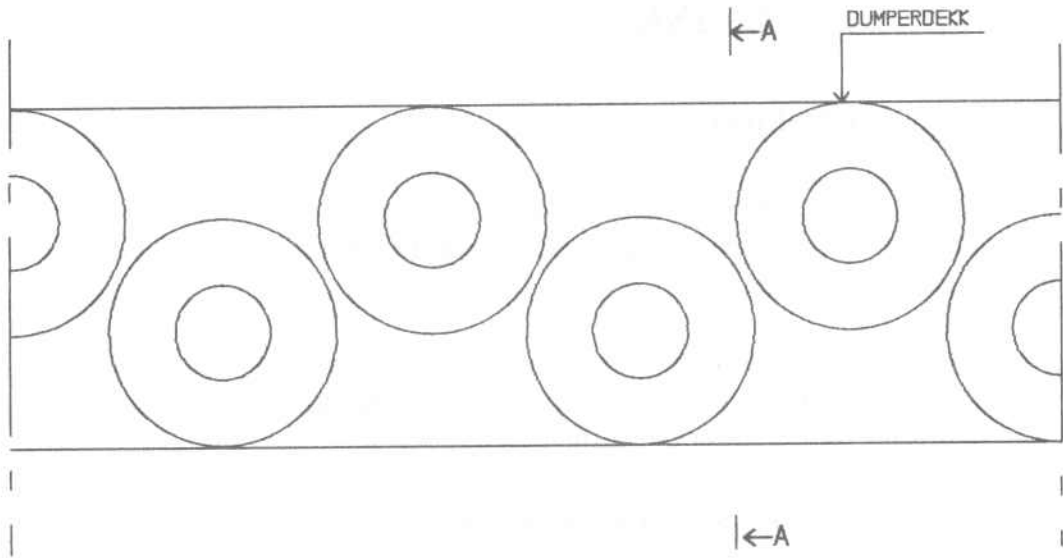
Brukte dumperdekk opphengt på en fendervegg vil gi en god fendring. Fenderveggen kan være vertikal eller ha en svak helning tilsvarende fenderpanel.

Følgende dumperdekkdimensjoner er vanlige:

	3100 / 1280 x 1000
Dy / Di x T	1600 / 700 x 800
( mm )	1580 / 610 x 470

Dumperdekkdimensjon velges ut fra det areal som skal dekkes og tilgang på dumperdekk. Ulike dimensjoner kan kombineres for å få god dekning av fenderveggen.

Dumperdekkene bør henges opp enkeltvis slik at utskifting lett kan foretas.



SNITT A - A

Fig. 5.1 Fendring med dumperdekk

### 2.5.3 FENDRING MED FENDERPANEL/ELEMENTFENDERE

Det vises til håndbok 181, "Standard ferjekaier".

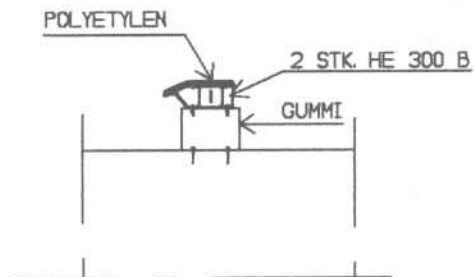
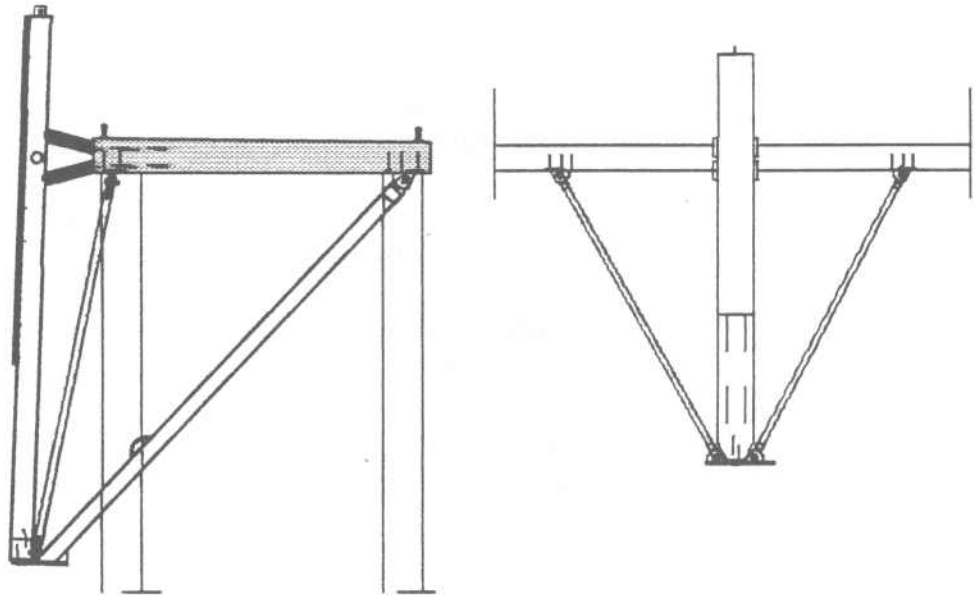


Fig. 5.2 Fendring med fenderpanel

Fendere på kaitupp skal ha en energikapasitet på 50 kNm. Fendere forøvrig skal ha en kapasitet på 40 kNm for ferjer opp til 50 pbe, og 50 kNm for ferjer større eller lik 50 pbe.

## **2.6 FUNDAMENTERING**

### **2.6.1 GENERELT**

Ved valg av fundamenteringsmåte for ferjekaier må erosjon på grunn av ferjenes propellstrøm vurderes nøye. Erosjon fra lokale undervannsstrømmer i området må også tas i betraktning.

Sålefundamenter må ikke benyttes uten i kombinasjon med tilstrekkelig erosjonssikring, og om mulig bør sålefundamentering unngås i umiddelbar nærhet av kraftig propellstrøm.

Ved fundamentering på stålrørspeler må effekten av erosjon tas hensyn til ved bestemmelsen av pelens bæreevne.

Ved dimensjonering av stålrørspeler regner man normalt med at selve stålrøret korroderer bort i løpet av konstruksjonens levetid.

Strekk i stålrørspeler kan aksepteres ved opptak av støt- og fortøyningslaster ettersom maksimallaster sjelden vil opptre.

### **2.6.2 DIREKTE FUNDAMENTERING PÅ FJELL**

Fundamenter på fjell har normalt høy kapasitet og kan sikres en god utførelse.

Ved skrått fjell bør plasstøpte konstruksjoner suppleres med fjellbolter. Hvis fjellets overflate har helning større enn 1:5, bør det plansprenges.

I mange tilfeller kan horisontalkrefter overføres ved friksjon mellom fundament og fjelloverflate. beregningsmessig forutsettes likevel horisontalkreftene opptatt ved fjellbolter.

### **2.6.3 DIREKTE FUNDAMENTERING I LØSMASSER**

Ved dimensjonering av sålefundamenter i løsmasse må det foreskrives tilstrekkelig erosjonssikring.

Bæreevnen av fundamenter i løsmasse bestemmes ved bruk av materialkoeffisienter for aktuelle jordarter som angitt i Håndbok 016 "Geoteknikk i vegbygging" Det skal ikke tas hensyn til mobiliseringsgraden,  $f$ , ved beregning av bæreevnen.

#### 2.6.4 STÅLRØRSPELER TIL FJELL

Ved bruk av stålrørspeler til fjell må fjelloverflaten i pelepunktene være klarlagt på forhånd. Fjellkontrollboringen under grunnundersøkelsen bør normalt ikke avsluttes før etter 3 m boreddybde i fast fjell.

Installasjonsprosedyre for og utforming av stålrørspeler avhenger av aktuell løsmasseoverdekning over fjell.

Ved tilstrekkelig løsmasseoverdekning rammes stålrørene med fjellspiss. Når fjelloverflaten nås, må skikkelig fjellfot etableres for å sikre bæreevnen på trykk. Fjellfoten etableres normalt ved innmeisling av pelespissen i fjell.

Hardt og skrått fjell kan føre til at pelespissen skrenser. I slike tilfeller bør man bruke pelespiss med sentrumshull for boring av et hull i fjellet under spissen. I dette hullet settes en fjellbolt som fungerer som styring under videre innmeisling.

For peler til fjell med tilstrekkelig løsmasseoverdekning kan strekk overføres via gyst fjellbolt (dybel). Fjellbolten skal være av syrefast stål og med lengde og utførelse som sikrer tilstrekkelig overføring av strekkraft mellom fjellbolt / fjell og fjellbolt / betong i pel.

I de tilfeller hvor løsmassetykkelse er så liten at massene vil erodere bort i løpet av konstruksjonens levetid, antas bart fjell ved dimensjoneringen. Aaktuell erosjonsdybde vil avhenge av grunnforhold og strømforhold og bør vurderes spesielt i hvert enkelt tilfelle. Som veiledende verdier kan følgende erosjonsdybder angis:

- 5 x pelediameter for løs grunn
- 3 x pelediameter for middels løs grunn
- 1 x pelediameter for fast grunn

For peler direkte på bart fjell kan benyttes åpne stålrør uten spiss. Selve stålrøret tjener da utelukkende som forskaling. Strekk kan overføres via innstøpte fjellbolter av kamstål som er varmforsinket.

## 2.6.5 STÅLRØRPELER I LØSMASSER

For peler i løsmasser bestemmes dimensjonerende bæreevne ved å dividere karakteristisk bæreevne på en ekvivalent materialkoeffisient  $\gamma_e = 1,6$  for trykk og  $\gamma_e = 1,5$  for strekk (korttids).

I bæreevnen på strekk inkluderes neddykket vekt av pel, mens sug ved spiss neglisjeres. Permanente laster og langtidslast forutsettes ikke å gi strekk i peler.

Fig. V1 til V12 i Vedlegg viser karakteristiske og dimensjonerende bæreevner på trykk og strekk for henholdsvis Ø 508 mm (20"), Ø 609,6 mm (24"), Ø 711,2 mm (28"), og Ø 812,8 mm (32")betongfylte stålrørspeler (godstykkelse 10 mm). Kurvene er utarbeidet for sand, silt og leire med meget lav, middels og høy fasthet. Det er forutsatt at grunnforholdene er homogene. Ved lagdelt grunn med varierende fasthet og massetyper bør bæreevnen vurderes spesielt.

Ved slutt av ramming i friksjonsmasser kontrolleres bæreevnen på trykk med rammeformel. Rammeutstyrets størrelse må da være tilstrekkelig stor, slik at bæreevnekontroll kan utføres forsvarlig og uten å få for store rammespenninger. Det henvises i den forbindelse til gjeldende utgave av "Peleveiledningen". ( NBR )

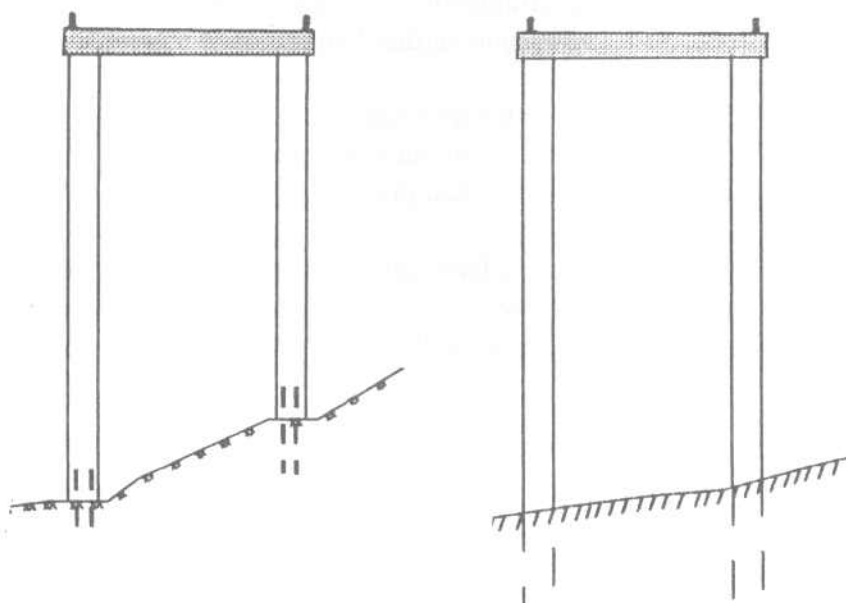


Fig. 6.1 Stålrørspeler på fjell og i løsmasser.

## **2.7 KAIUTSTYR**

### **2.7.1 INNSTØPNINGSGODS FOR FERJEKAIBRU**

For Vegvesenets standardiserte ferjekaibrer er det nødvendig med innstøpningsgods som angitt i Håndbok 175 "Standard ferjekaibrer"

### **2.7.2 HEISETÅRN FOR FERJEKAIBRU M/RØRFØRINGER**

Vegvesenets standardiserte ferjekaibrer forutsettes hevet og senket med hydrauliske strekksylindere plassert i heisetårn på begge sider av brua min. 0.6 m x brulengde fra brulagre. Hydraulisk pumpeutstyr er plassert i aggregathus. Strekksylindrenes løftehøyde, heisetårnet høyde og utforming er angitt i Håndbok 175 "Standard ferjekaibrer". Strekksylindrene monteres med stempelstang ned.

Det legges syrefaste rør mellom hydraulikkaggregat og strekksylindere. Ved overgang til sylindere monteres fleksible oljeslanger for å ivareta sylindrenes bevegelser.

### **2.7.3 SPERREBOM**

Bak ferjekaibru skal monteres sperrebom.

Sperrebommen bør være elektrisk drevet og skal ikke kunne heves uten at ferjekaibrua hviler på resess.

Sperrebom males rød og hvit med 500 mm felt.

### **2.7.4 AGGREGATHUS MED UTSTYR**

I forbindelse med drift av ferjekaibru og ferjeleie vil følgende utstyr normalt være nødvendig:

- Hydraulisk aggregat.
- Elektrisk inntaksskap, fordelingsskap for lys, elektrisk styreskap.
- Snelle for nøddstrøm fra ferje.

Vannuttak ( min. ett pr. ferjesamband.)

### **2.7.5 SIKKERHETSUTSTYR**

Det skal monteres rekkverk, kailist, redningsleider og livbøye med line på ferjekaiene i henhold til Arbeidstilsynets krav..

Leidere skal gå minst 1 m under LLV.

Viser forøvrig til tegninger i håndbok 181 "Standard ferjekaier" og Arbeidstilsynets forskrift "Havnearbeid".

### **2.7.6 PULLERE**

På grunn av standardisering benyttes 30 og 50 t pullere.

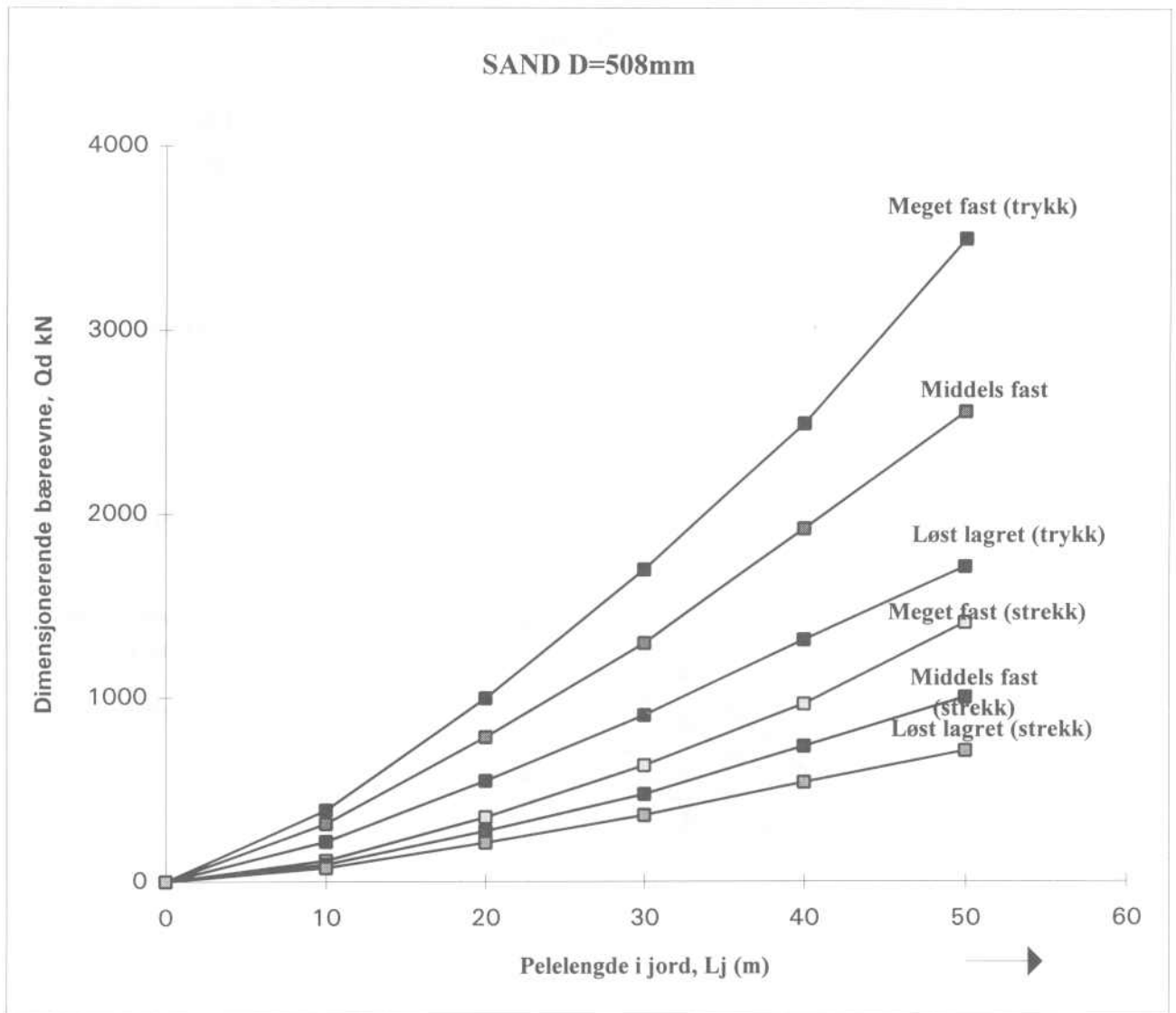
### **2.7.7 BELYSNING**

For belysning av ferjekai benyttes 7 m hengslede lysmaster.

Det må ikke benyttes færre enn 3 lysmaster på kaien, 1 som belyser ferjekaibru og 2 på tilleggskai. Ytterste lysmast kan plasseres slik at den fungerer som innseilingslys.

Ved støping av kaien legges inn 50 mm PVC-rør som trekkerør. Trekkerør bøyes opp ved lysmastfester.

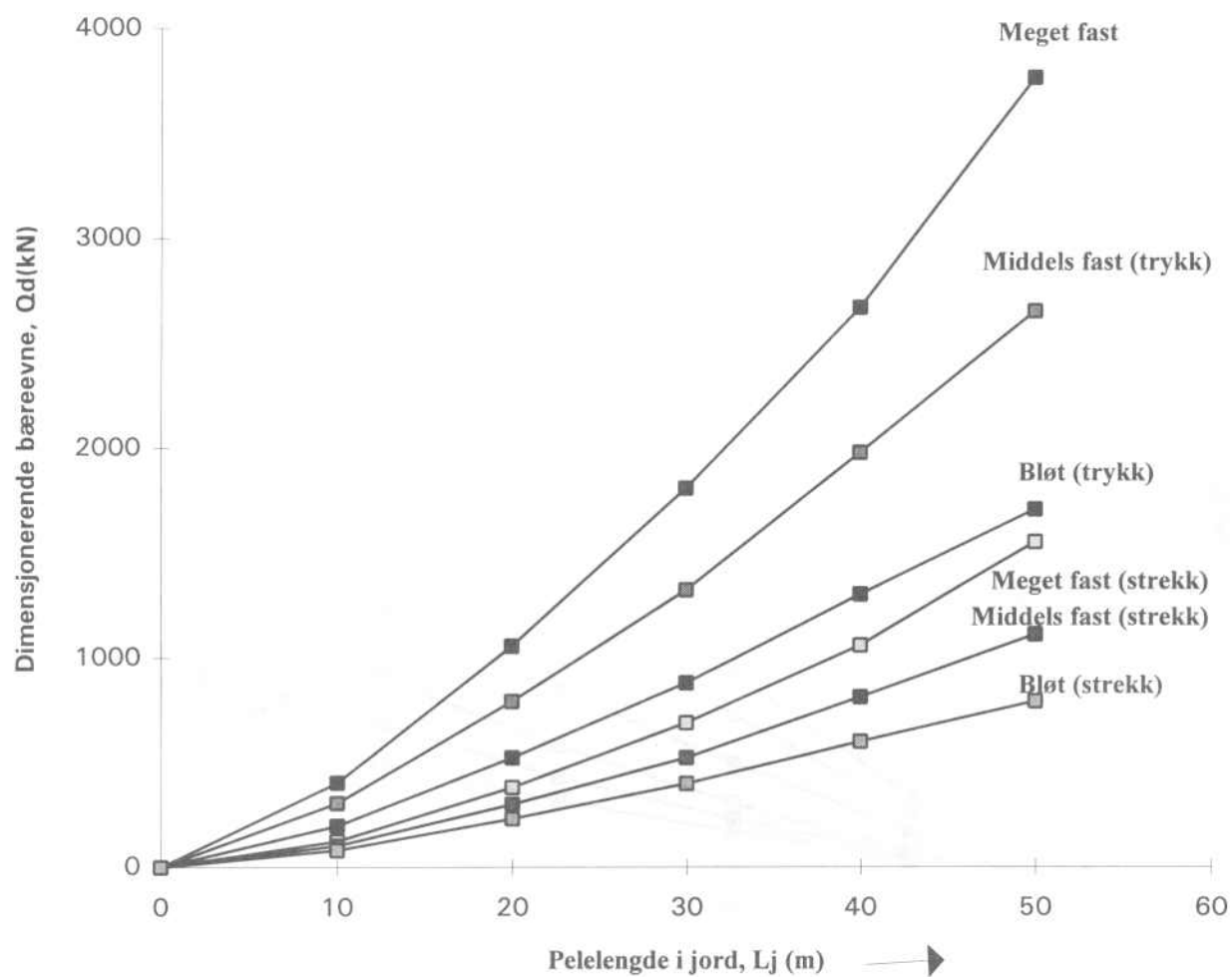




Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan φ
Sand	Meget fast	9	10	0.75
	Middels fast	8	5	0.70
	Løst lagret	7	0	0.60

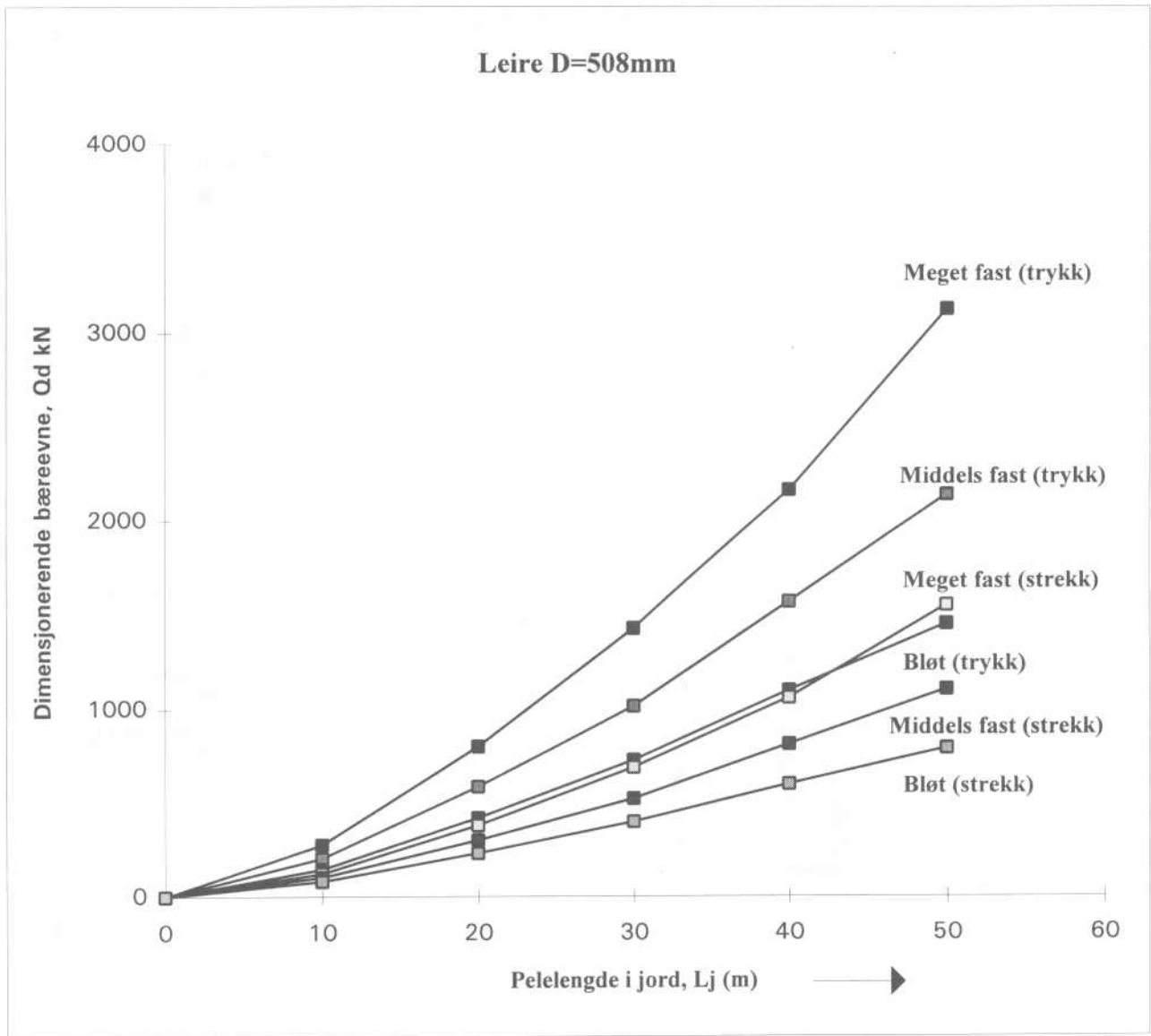
Fig. V1: D=508mm betongfylt stålrørspel i sand.  
Dimensjonerende bæreevne.

### SILT D=508mm



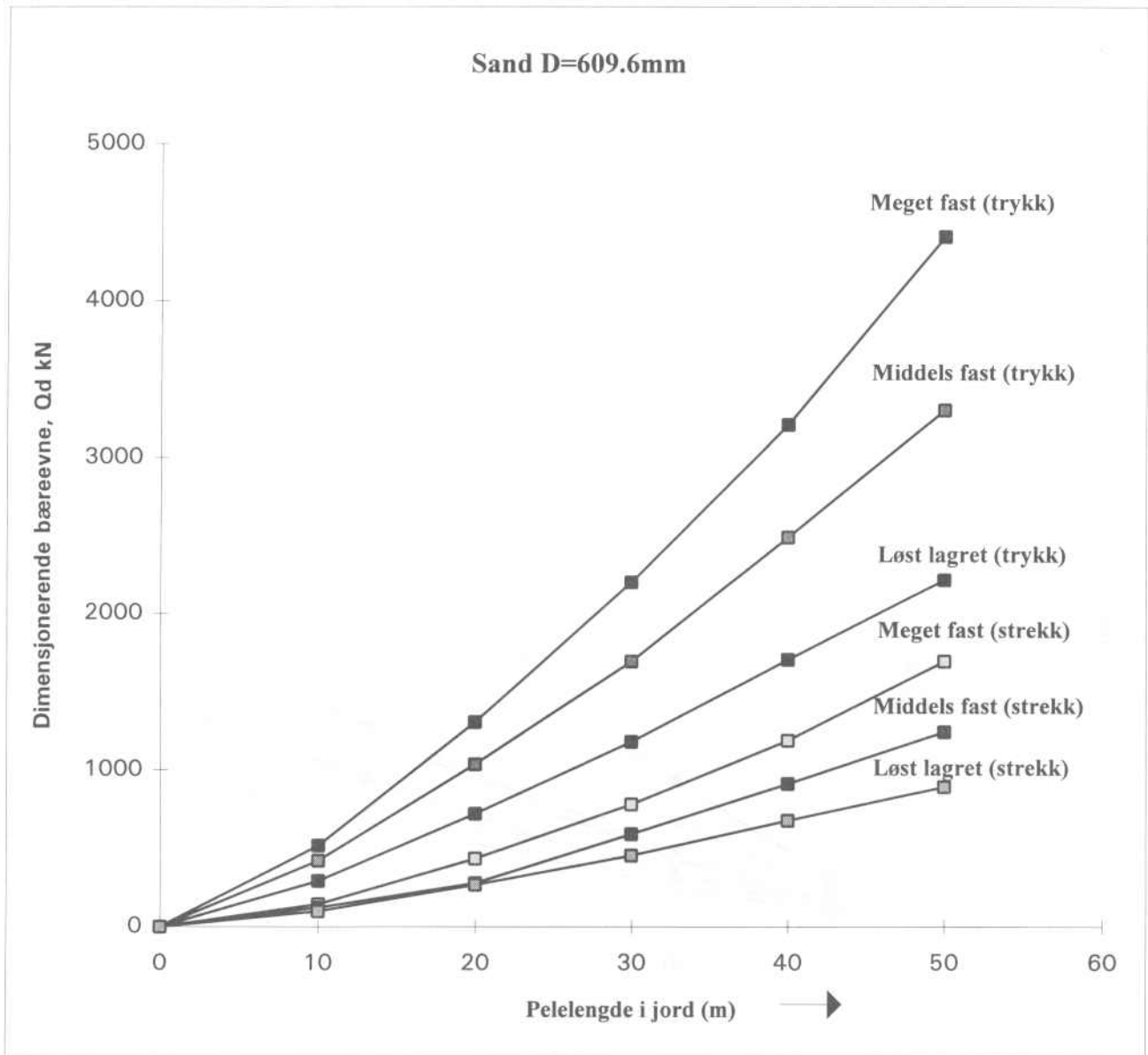
Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan $\varphi$
Silt	Meget fast	10	10	0.65
	Middels fast	9	5	0.60
	Bløt	8	0	0.55

Fig. V2:  $D=508\text{mm}$  betongfylt stålrørspel i silt. Dimensjonerende bæreevne.



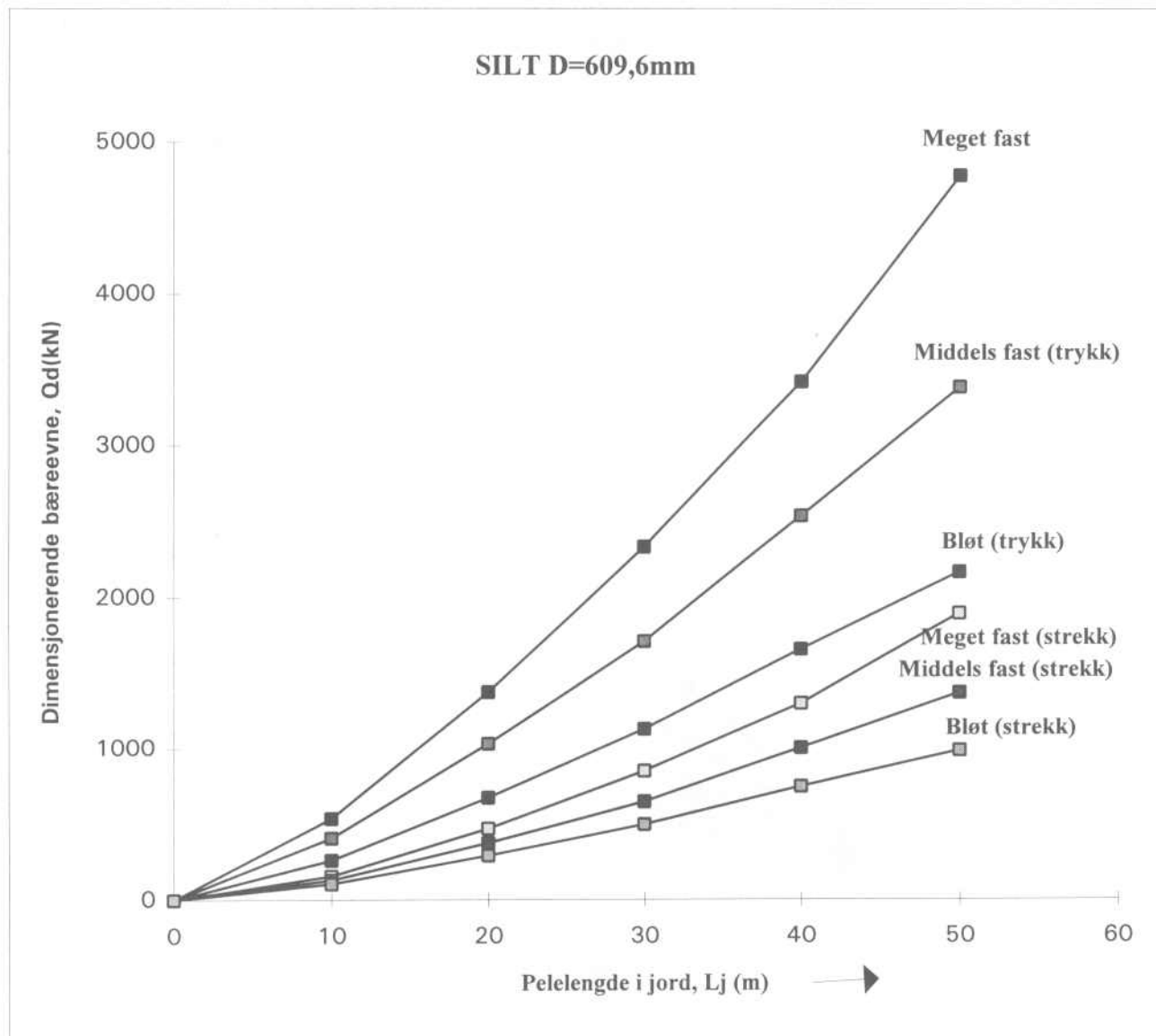
Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan φ
Leire	Meget fast	10	10	0.50
	Middels fast	9	5	0.45
	Bløt	8	0	0.40

Fig. V3: *D=508mm betongfylt stålrørspel i leire. Dimensjonerende bæreevne.*



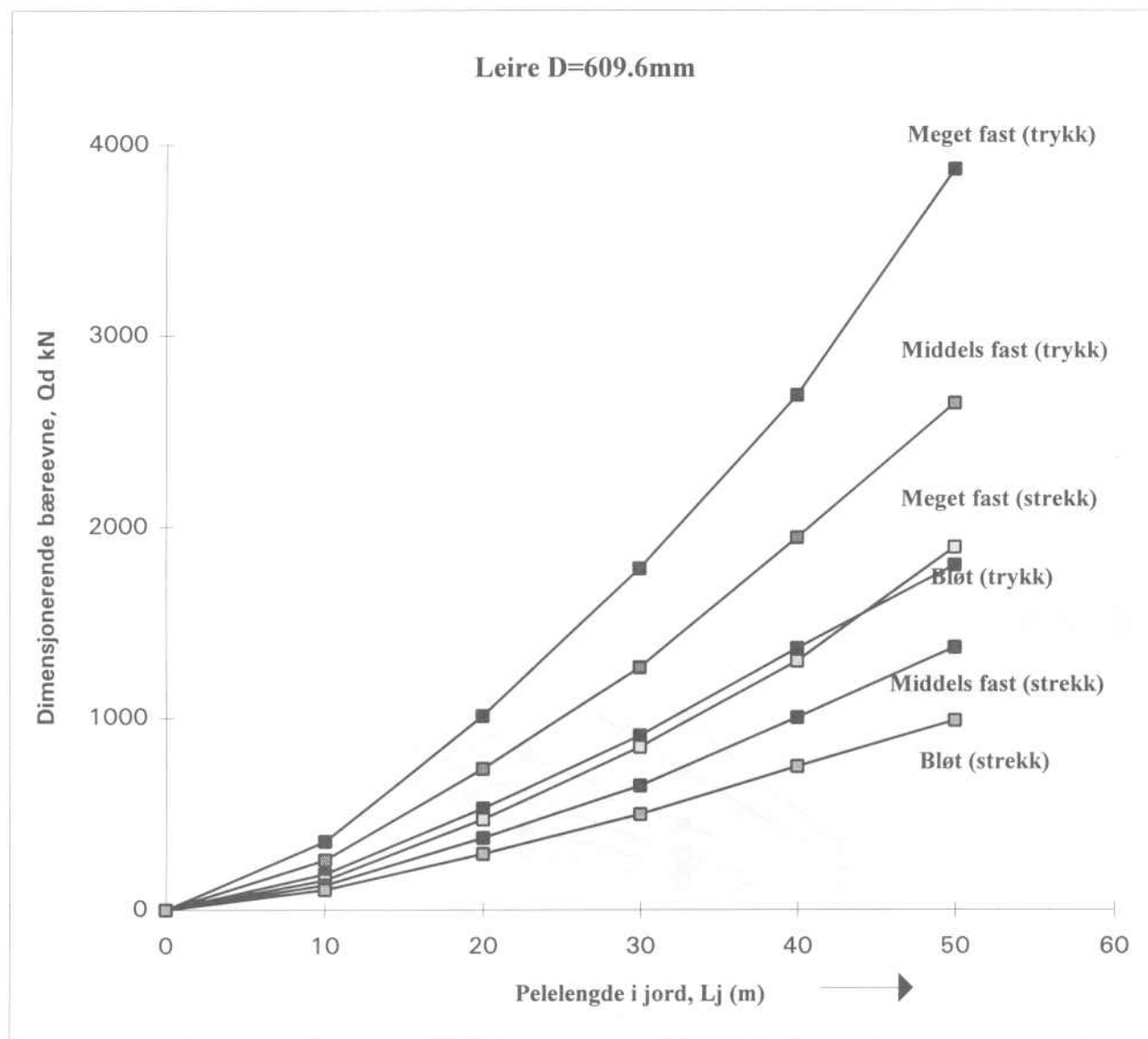
Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan $\phi$
Sand	Meget fast	9	10	0.75
	Middels fast	8	5	0.70
	Løst lagret	7	0	0.60

Fig. V4: *D=609,6mm betongfylt stålrørspel i sand. Dimensjonerende bæreevne.*



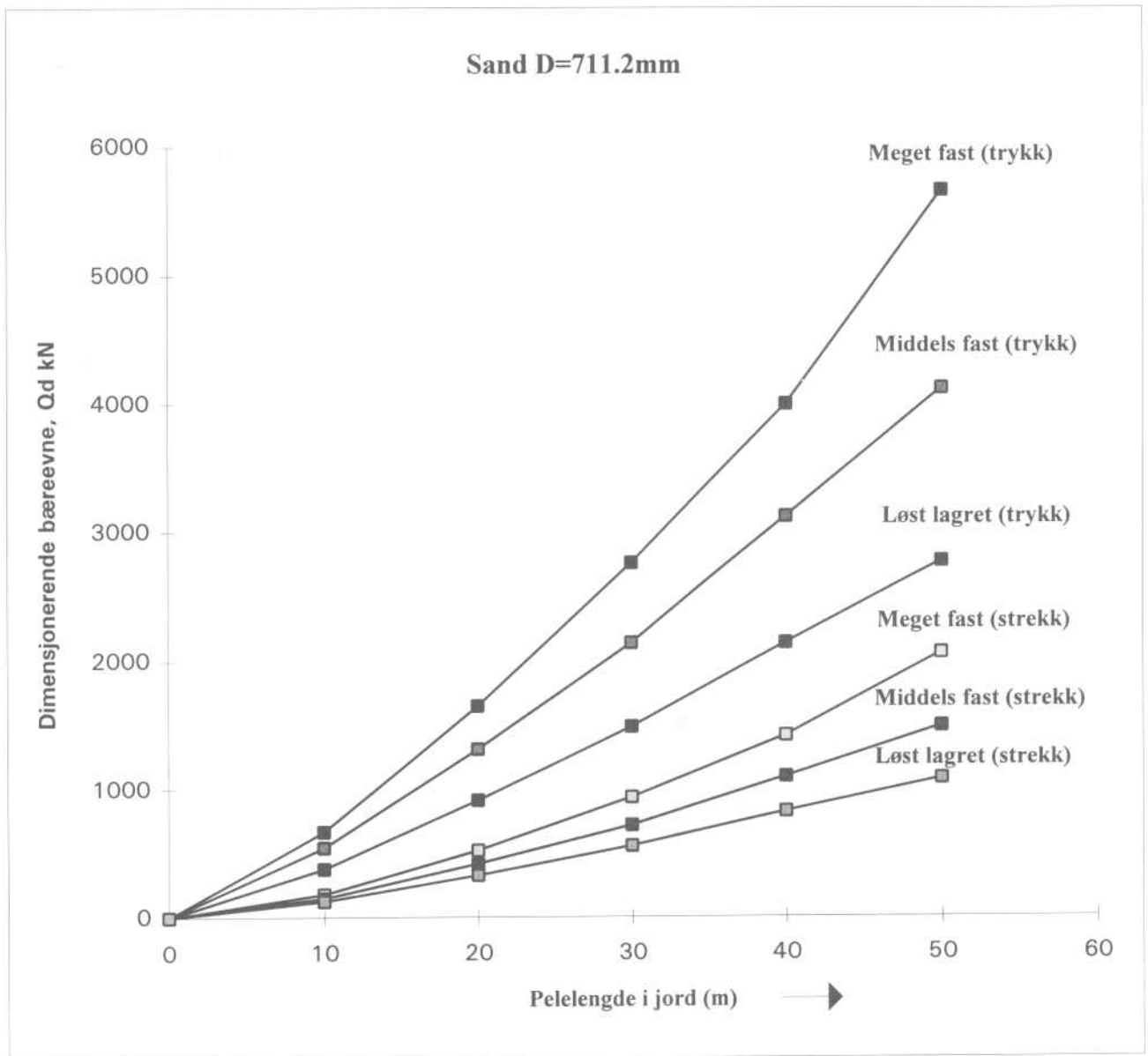
Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan φ
Silt	Meget fast	10	10	0.65
	Middels fast	9	5	0.60
	Bløt	8	0	0.55

Fig. V5: *D=609.6mm betongfylt stålrørspel i silt. Dimensjonerende bæreevne.*



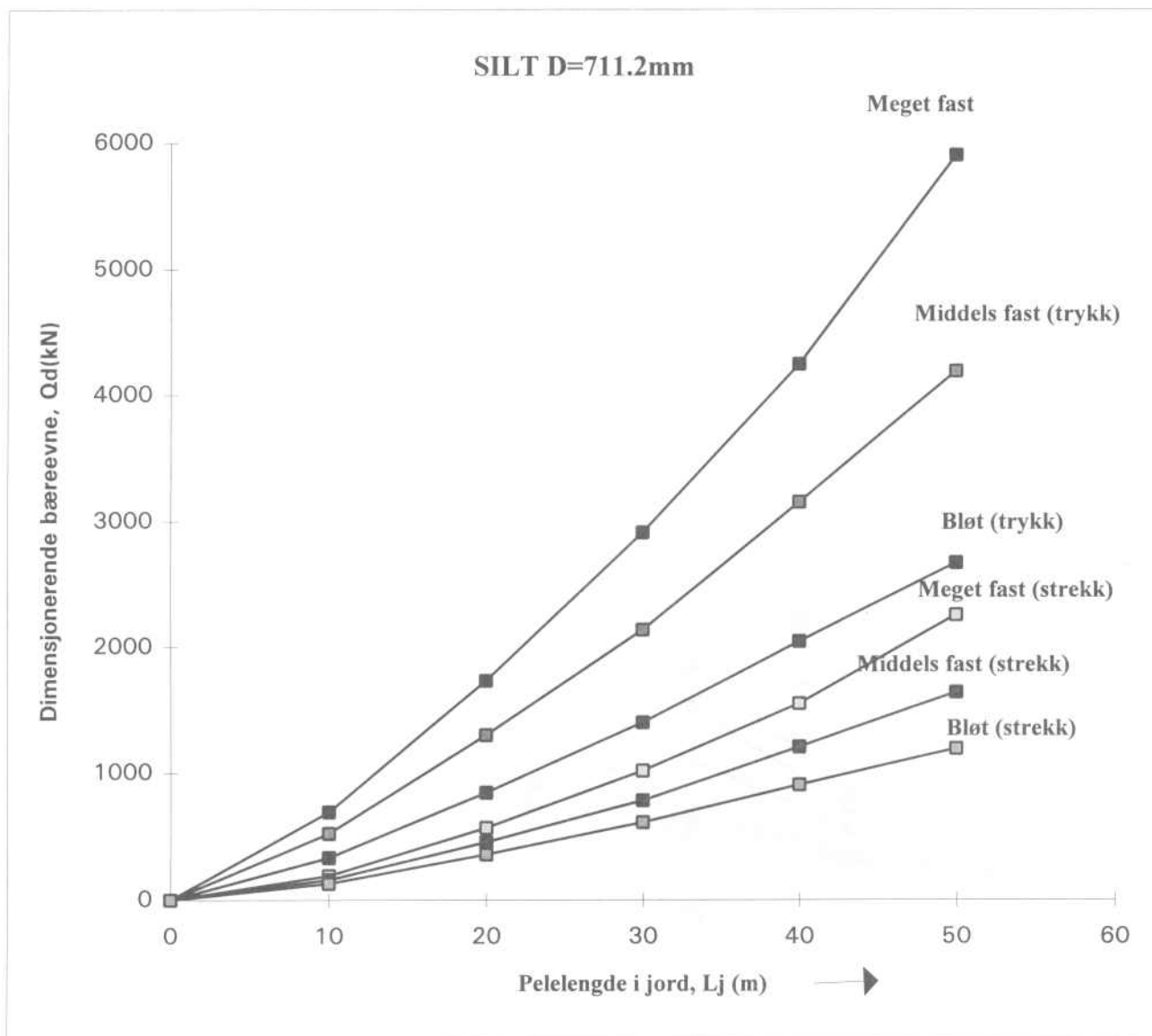
Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan φ
Leire	Meget fast	10	10	0.50
	Middels fast	9	5	0.45
	Bløt	8	0	0.40

Fig. V6: D=609.6mm betongfylt stålrørspel i leire.  
Dimensjonerende bæreevne.



Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan φ
Sand	Meget fast	9	10	0.75
	Middels fast	8	5	0.70
	Løst lagret	7	0	0.60

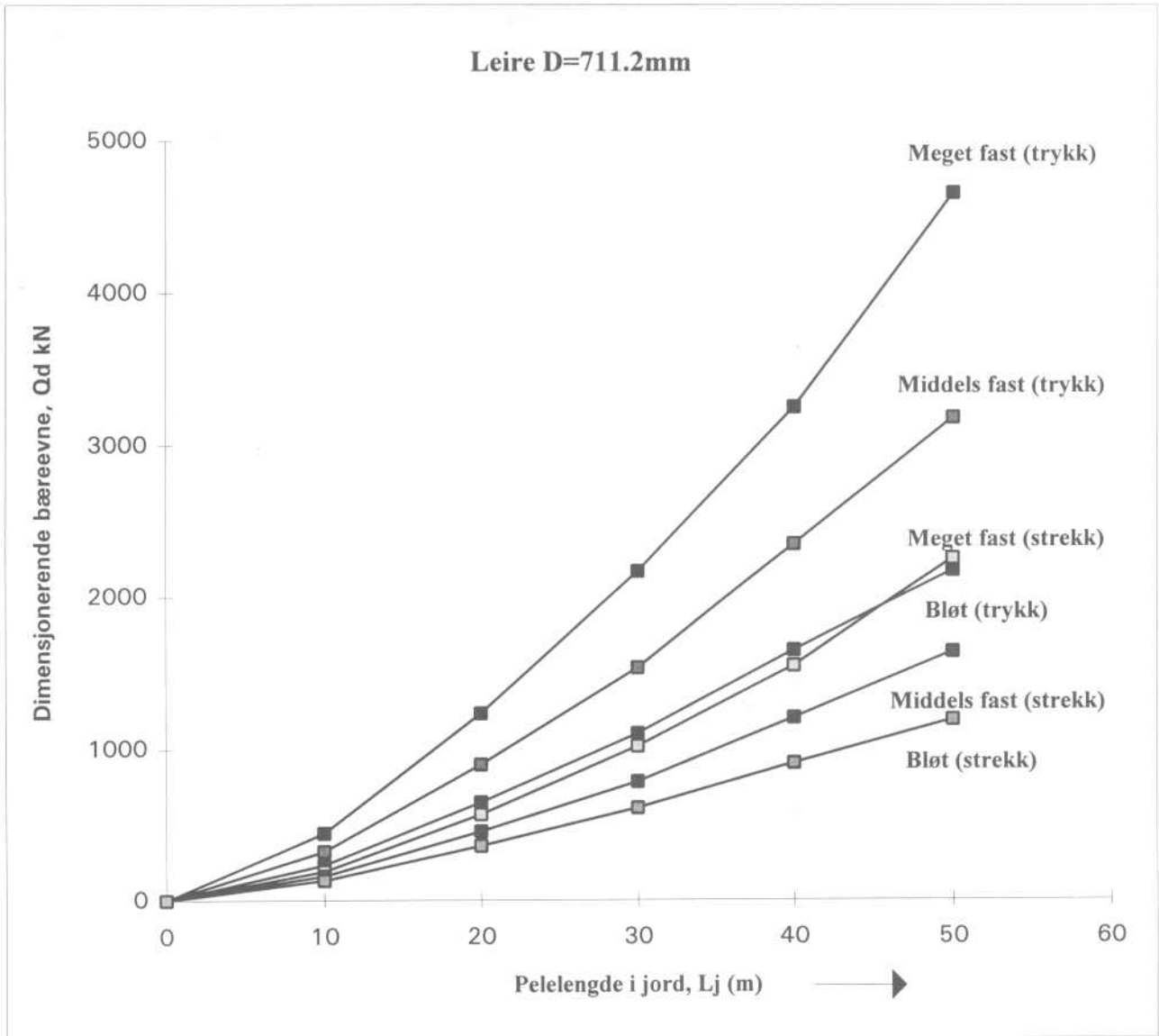
Fig. V7: *D=711.2mm betongfylt stålrørspel i sand. Dimensjonerende bæreevne.*



Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan φ
Silt	Meget fast	10	10	0.65
	Middels fast	9	5	0.60
	Bløt	8	0	0.55

Fig. V8: D=711.2mm betongfylt stålrørspel i silt.  
Dimensjonerende bæreevne.

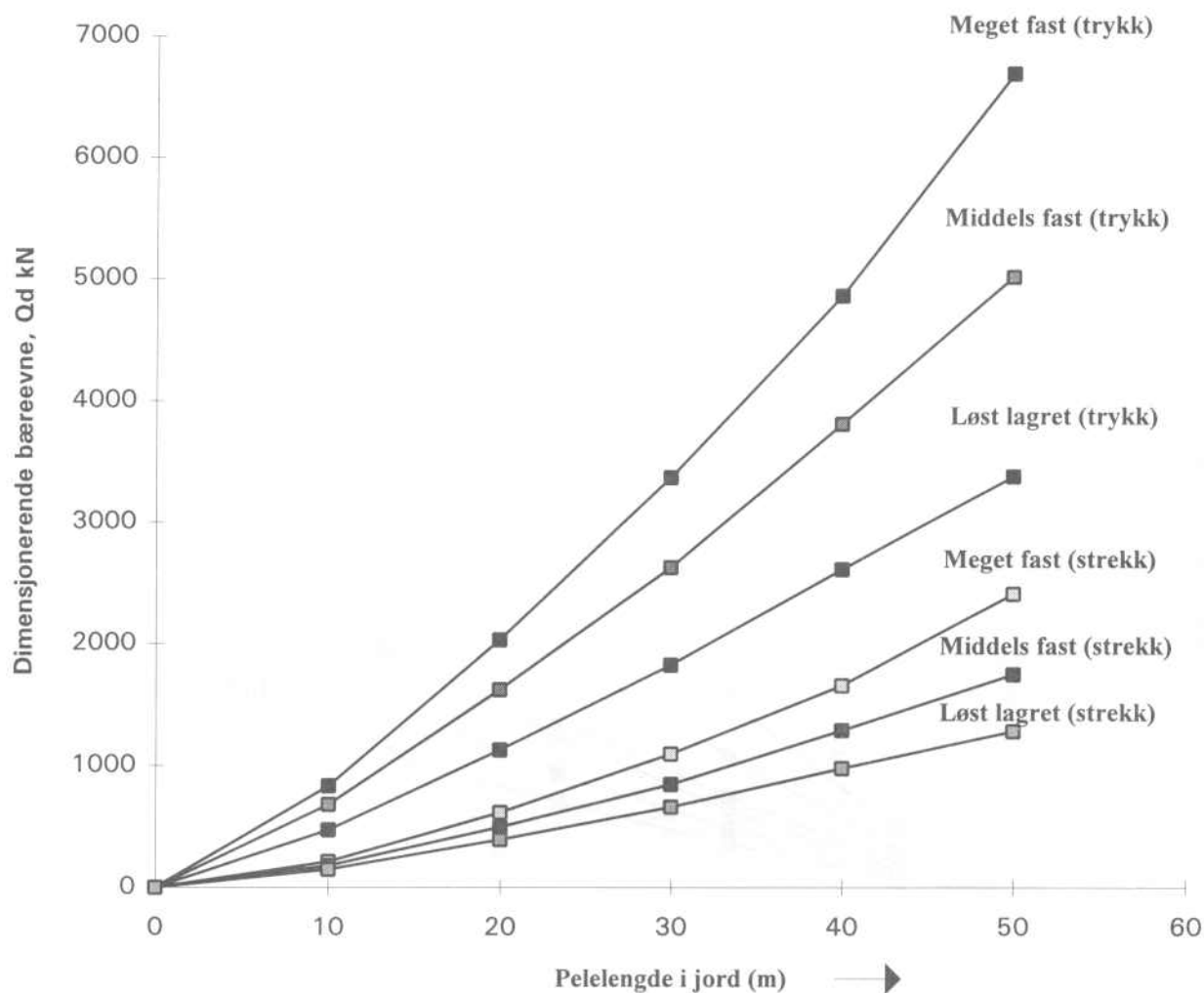




Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan φ
Leire	Meget fast	10	10	0.50
	Middels fast	9	5	0.45
	Bløt	8	0	0.40

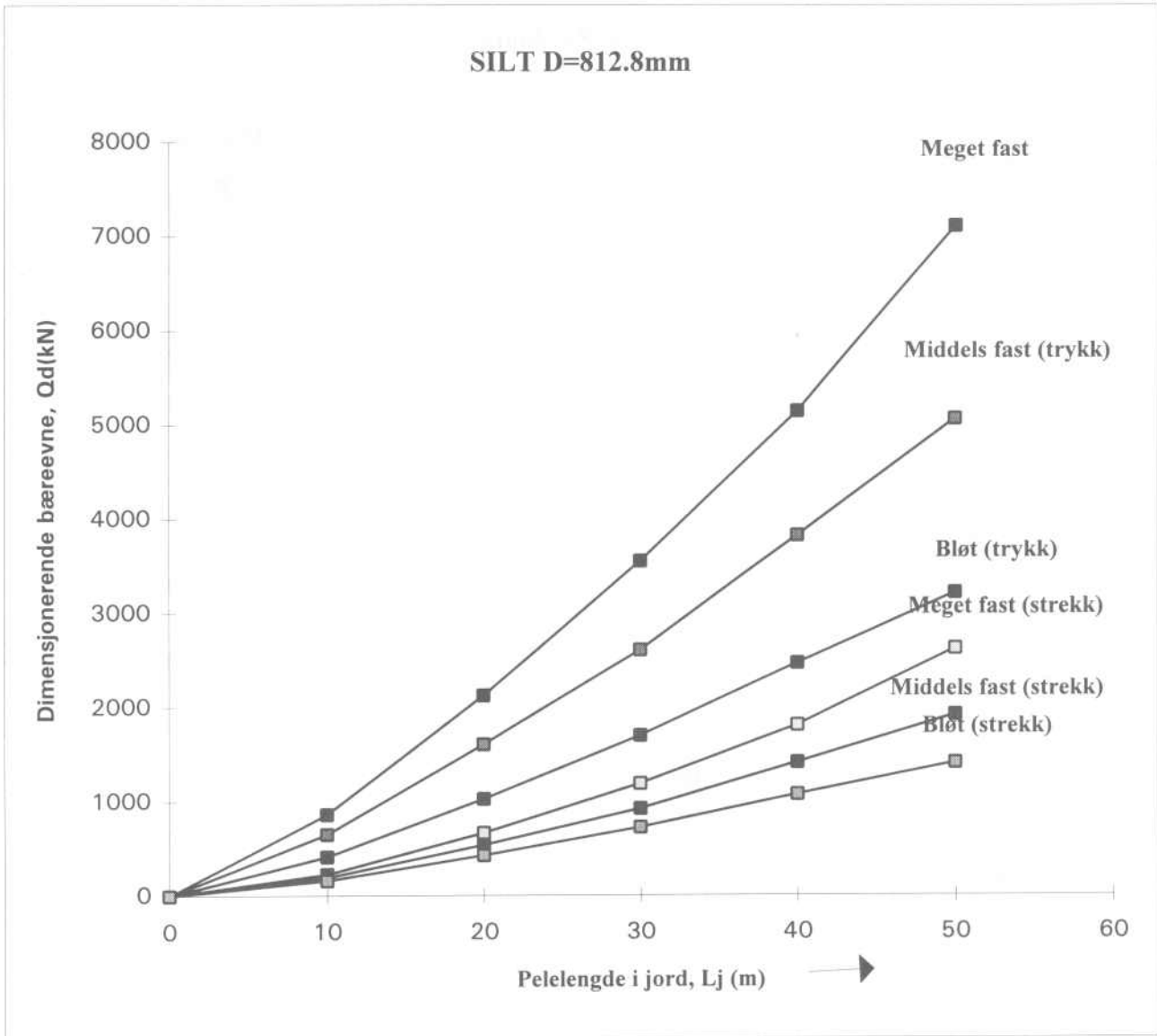
Fig. V9: *D=711.2mm betongfylt stålrørspel i leire. Dimensjonerende bæreevne.*

Sand D=812.8mm



Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan φ
Sand	Meget fast	9	10	0.75
	Middels fast	8	5	0.70
	Løst lagret	7	0	0.60

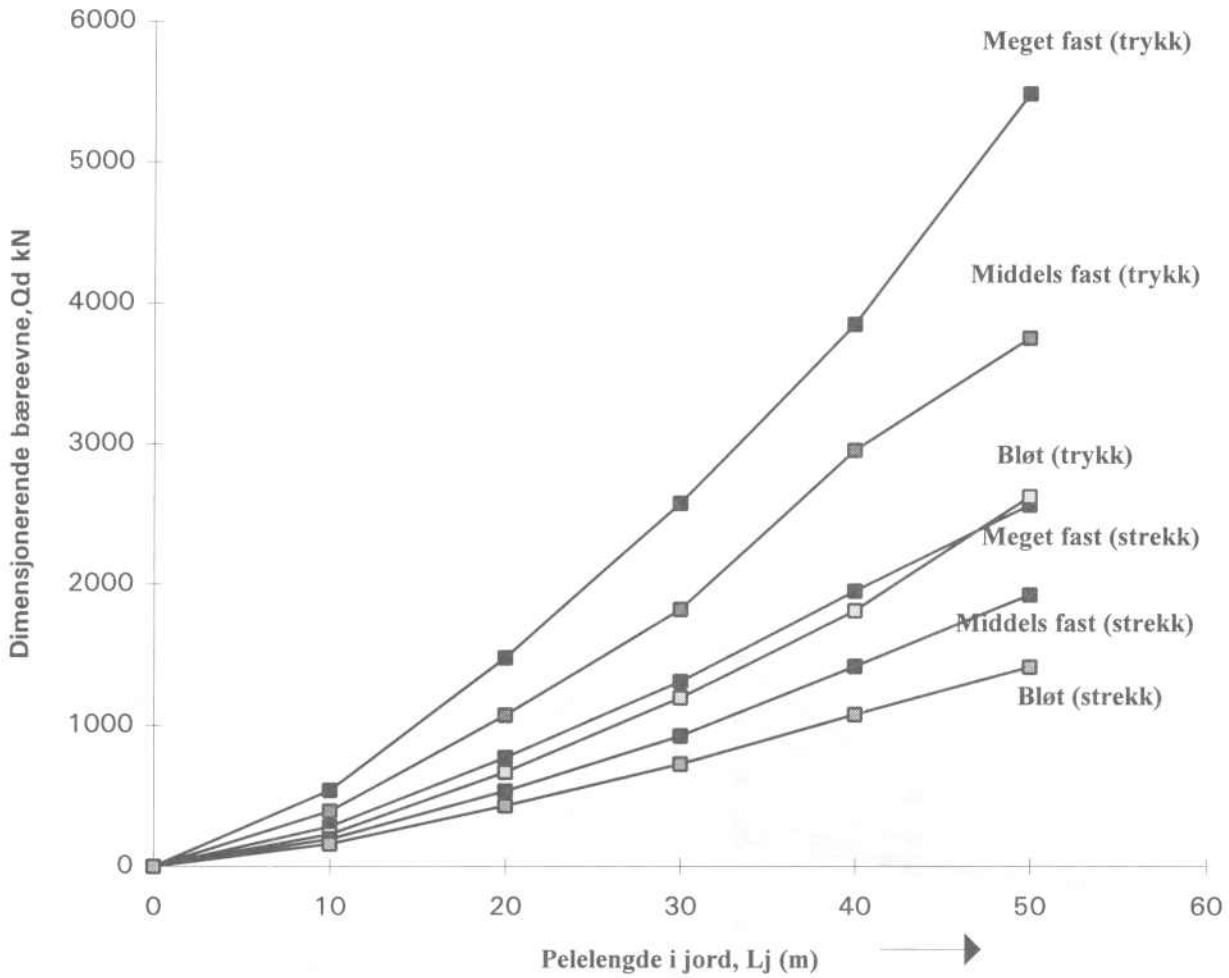
Fig. V10: D=812.8mm betongfylt stålrørspel i sand. Dimensjonerende bæreevne.



Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan φ
Silt	Meget fast	10	10	0.65
	Middels fast	9	5	0.60
	Bløt	8	0	0.55

Fig. VII: D=812.8mm betongfylt stålrørspel i silt. Dimensjonerende bæreevne.

### Leire D=812.8mm



Jordart	Fasthet	Neddykket tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	Jordstyrke	
			a (kN/m <sup>2</sup> )	tan φ
Leire	Meget fast	10	10	0.50
	Middels fast	9	5	0.45
	Bløt	8	0	0.40

Fig. V12: D=812.8mm betongfylt stålrørspel i leire. Dimensjonerende bæreevne.



**Statens vegvesen**

Vegdirektoratet  
Håndboksekretariatet  
Boks 8142 Dep.,  
0033 Oslo  
Tlf. 22 07 35 00  
Fax 22 07 36 79

ISBN 82-7207-384-6

*En håndbok fra Vegvesenet*