

Rekommendation från

Sodahuskommittén

Allmänna villkor för användande av Sodahuskommitténs rekommendationer framgår av rekommendation A 3

Nr R_D3_2023-12-28

Utgåva 5, 2024

(2023-12-28)

Minsta godstjocklek hos vattenförande tuber i en sodapanna.

I en sodapanna måste man bevaka förekomsten av korrosion hos sådana vattenförande tuber, vilka vid en tubskada kan ge vattenläckage in i eldstaden. Beräkning av minsta tillåtna kvarvarande godstjocklek beräknas för släta och stiftade kolstål-tuber (inkl. 16Mo3) med värden från SS-EN 10216-2 och formler från SS-EN 12952-3, kapitel 11. Diagrammen återger de vanligaste material- och dimensionskombinationerna.

Beträffande komponenttuber och spiralpåsvetsade tuber gäller speciella förutsättningar, se avsnitt 5 rep. avsnitt 6.

För överhettare kan motsvarande diagram inte konstrueras, utan här hänvisas direkt till standarderna.

Diagram och beräkningsförutsättningar i denna utgåva 4 överensstämmer i övrigt tekniskt med såväl utgåva 2 från 2005 som utgåva 3 från 2013. Notera dock kapitel 5 och 6.

Hänvisningar

Rekommendationer

Rekommendation D4: ”Reparations- och underhållssvetsning i sodapannor”

Föreskrifter

AFS 2017:3: Användning och kontroll av tryckbärande anordningar

Standard

SS-EN 12952-3:2012

SS-EN 10216-2:2013

Innehåll

1	Beräkning av minsta tubgodstjocklek	3
2	Diagramförutsättningar	3
3	Mätningar av godstjocklek.....	4
4	Vattensidig korrosion	5
5	Rekommendationer betr. underhåll av komponenter.....	5
6	Spiralpåsvetsade tuber.....	6
	Diagram 1-3.....	8

REMISS

1 Beräkning av minsta tubgodstjocklek

Beräkningarna och diagrammen i det följande avser kolstålstuber, men kan även tjäna som underlag för bedömning av komponenttuber resp. spiralpåsvetsade tuber. De kan med viss försiktighet även tillämpas på botten-tuberna. Den minsta tubgodstjocklek, som under en driftsperiod kan tillåtas hos dessa tuber (e_{cs} , tidigare benämnt S_{min}), beräknas enligt anvisningar i Avsnitt 11 i SS-EN 12952-3. Man måste till detta värde lägga marginal för den korrosion, som kan förväntas inträffa under den kommande driftsäsongen fram till nästa besiktning och också ta hänsyn till mätprecisionen hos den utförda tjockleksmätningen. Till hjälp vid beräkning av minsta tubtjocklek har ett antal beräkningsdiagram framtagits.

- Om man vid kontroll av tubtjockleken finner tuber, vilkas tjocklek underskrider de i diagrammen för respektive tubdiameter d_o (tidigare D_y) rekommenderade minimivärdena, rekommenderas att de ersätts med nya tuber innan sodapannan åter tas i normal drift.
- Om utbyte ej kan genomföras under pågående pannstopp kan utbytet senareläggas till dess att erforderliga åtgärder låter sig utföras på lämpligt sätt. Som en förutsättning för detta skall man förvissa sig om att det inte föreligger någon risk för att minimigodstjockleken e_{cs} (d.v.s. S_{min}) kommer att underskridas under mellanperioden.
- För mätvärden från gittret och konvektionstubsatsen kan man acceptera $\sim 0,2$ mm lägre minimitjocklek än den som erhålls ur diagrammen (p.g.a. mindre statisk höjd och p.g.a. konvektiv värmeöverföring). Används diagrammen för att bedöma mätvärden från ekonomisrarna föreslås en motsvarande avräkning.
- Vid botten-tuber, vilka kan komma att ligga ovanför smältanivån eller i övrigt bli dåligt skyddade av smältabädden, bör risken för skador från fallande klumpar från eldstadens övre regioner beaktas.
- Hårt slitna stiftade (botten-)tuber kan vara svåra att få säkra mätvärden ifrån. Risken är stor att man förbiser de sämsta partierna. Därför bör en extra säkerhetsmarginal tillämpas (förslagsvis 1-2 mm beroende på hur tuberna ser ut). Kan man inte säkerställa pålitliga minimivärden för tjockleken bör de aktuella tubpartierna bytas.
- Råder osäkerhet om att tuberna är tillräckligt tjocka bör man inte enbart byta de tunnaste partierna, utan tillämpa bredare marginaler.

2 Diagramförutsättningar

Diagrammen bygger på nedanstående förutsättningar:

- Diagrammen är enbart tillämpliga vid jämn avfrätning (allmänkorrosion) på eldstadssidan av homogena resp. stiftade tuber i respektive stål-kvalitet.
- Diagrammen tar hänsyn till den spridning hos mätvärdet som man normalt får vid ultraljudmätning av korroderade eldstadstuber. Hänsyn måste dock också tas till möjligheten av att det finns partier med kraftigare korrosion på andra ställen än de, där mätvärden tagits.
- Diagrammen gäller inför en förestående driftsperiod på högst 1 år och om man antar att den högsta beräknade korrosionshastigheten inte överstiger $0,3$ mm/år och att mätprecisionen motiverar ytterligare $0,1$ mm säkerhetsmarginal., d.v.s. totalt $+0,4$ mm.

- Om driftperioden kommer att överstiga 1 år eller om korrosionen visat sig kraftigare, så rekommenderas att man gör ett extra tillägg till de minimivärden, som diagrammen anger.
- Diagrammen är beräknade med hänsyn till övertemperaturen i den värmebelastade tubväggen. Temperaturtillägget skall härvid enligt tabell 6.1.1 i SS-EN 12952-3 antas vara 50°C på värmestrålningsbelastade pannväggar.
- Med högsta tryck avses här pannans högsta tillåtna tryck PS i bar (vilket räknas i ångdomen) enligt SS-EN 12952-1, tabell 4-1.
- Diagrammen är beräknade med hänsyn till det hydrostatiska trycket, under förutsättning att höjdskillnaden mellan mätstället och vattennivån i ångdomen inte överstiger 50 resp. 70 meter.
- Beräkningar över korrosionshastigheten från år till år bör göras för att verifiera, att man inte behöver göra ytterligare tillägg för den förväntade korrosionen under kommande driftperiod.
- Diagrammen är beräknade för tuber utförda i stålen P235GH, P265GH och 16Mo3 enligt nu gällande svensk (europeisk) standard för tryckkärlsrör SS-EN 10216-2 (SS-EN 10216-2:2004+A2:2007).
- **Diagram nr 1** för stål P235GH är också tillämpligt på tuber av kvalitet St 35.8/III enligt DIN 17175/ NGS 124. Diagram 1 bör emellertid också tillämpas på tuber utförda i stål 1330-05 enligt SS 141330 och stål 1234-05 enligt SS 141234, trots att de stålen genomgående har högre beräkningsvärden än P235GH/St 35.8/III.
- **Diagram nr 2** för stål P265GH är också tillämpligt på tuber av kvalitet St 45.8/III enligt DIN 17175/ NGS 218. Diagram 2 bör emellertid också tillämpas på tuber utförda i stål 1435-05 enligt SS 141435, trots att det genomgående har högre beräkningsvärden än P265GH/St 45.8/III.
- **Diagram nr 3** för tuber i stål 16Mo3 enligt SS-EN 10216-2 bör också användas för tuber av typ 15Mo3/III enligt DIN 17175 (NGS 413) eller stål 2912-05 enligt SS 142912 (NGS 424, ed.6), trots att de genomgående har högre beräkningsvärden än 16Mo3 enligt SS-EN 10216-2.

3 Mätningar av godstjocklek

- Efter nyinstallation av tuber, även efter utförda tubbyten, rekommenderas att en referensmätning, s.k., "nollmätning", utförs så att tubernas verkliga godstjocklekar är kända, som komplement till nominella konstruktionsuppgifter.
- När de lägsta mätvärdena närmar sig de rekommenderade minimigodstjocklekarna plus någon mm extra säkerhetsmarginal bör de aktuella områdena mätas oftare, samtidigt som mängden mätvärden i närheten av de tunna ställena kan behöva utökas. Särskilt vid manuell mätning bör mätgittret över eldstadväggen göras tätare när marginalerna minskar, eftersom man då ganska säkert kan ha tunnare partier på andra ställen än de där uppmätta mätvärdena tagits.
- Mätvärden kan tas på tubernas krona, kl. 12 och framför allt 45° åt var sida dvs kl. 10:30 och 13:30 där materialförlusten normalt är störst

Det rekommenderas att man använder någon form av mätmetod, t.ex. ultraljud, virvelström eller annan säker mätmetod, vilken kontinuerligt tar mätvärden utefter

tubens längd istället för manuell mätning med handhållet instrument utefter horisontella mätlinjer, vilket lämnar större delen av de undersökta ytorna obeaktade.

- Skador och korrosion på det korrosionsbeständiga ytterskiktet måste bedömas efter andra kriterier än enbart resterande godstjocklek hos den lastbärande innerkomponenten, se avsnitt 5.
- Erhållna mätvärden och utförda reparationer dokumenteras, t.ex. med avseende på omfattning, positioner och valda svetsmetoder och använda tillsatsmaterial.

4 Vattensidig korrosion

- Speciellt om man haft problem med tjocka porösa invändiga beläggningar kan det uppträda lokala skarpt avgränsade rätt djupa nedfrätningar på vattensidan under beläggningsskikten. Sådana bör bedömas med extra stor försiktighet, då de är svår-fångade, eftersom man inte kommer åt att se var angreppen är som kraftigast. Dessa angrepp är då också ofta slumpvis utbredda över större områden av högt värmebelastade delar av eldstaden.
- Föreligger det sådana utbredda "badkarsformade" nedfrätningar på vattensidan, så är tuberna normalt inte säkra och de bör därför kasseras.
- I dessa fall bör åtgärderna kompletteras med en ingående undersökning av pannans vattenbehandling.

5 Rekommendationer betr. underhåll av komponenttuber

- Alla underhållsåtgärder och reparationer av tubernas komponentskikt bör riskbedömas med hänsyn till hur åtgärden eventuellt kan påverka den användbara tjockleken på det lastbärande inre skiktet.
- När vägg tjockleken hos komponenttuber ska bedömas är det enbart det inre lastbärande tryckkärlsstålet, som tas med i hållfasthetsberäkningen. Som oftast består detta skikt av kolstål, men dessa råd är lika tillämpliga även när det lastbärande skiktet består av någon annan legeringssammansättning.
- Diagrammen kan tjäna som underlag för bedömning av den inre kolstålsdelen hos komponenttuber eller spiralpåsvetsade tuber. Hänsyn måste härvid tas till om egenskaperna hos det lastbärande kolstålsskiktet påverkats negativt genom uppmätning eller värmepåverkan från eventuellt förekommande påsvetsningar.
- Komponenttuber levereras på marknaden (d.v.s. gäller här SANDVIK/Alleima) dubbelcertifierade enligt både amerikansk (ASME) och europeisk (EN/PED) tillverkning & materialstandard. Det lastbärande skiktet kan därmed behandlas med tjockleken som angiven enligt EN standard (t.ex. P265GH, enl. SS-EN10216-2).
- Kraven beträffande minsta godstjocklek vid beräkning enligt ASME (Section I, Power boilers) och enligt SS-EN 12952-3 skiljer sig åt, på det sättet att den i materialintyget och på ritningen uppgivna godstjockleken innebär en minimitjocklek för rörväggen resp. för det kraftbärande innerskiktet vid beräkning enligt ASME, medan samma tjocklekvärde vid beräkning enligt SS-EN 10216-2 / SS-EN 12952-3 formellt betraktas som ett medelvärde för tubtjockleken. Det innebär i praktiken att de dubbelcertifierade komponenttuberna endast kan utnyttja den övre delen av EU-standardens tjocklektoleransintervall om de samtidigt skall uppfylla ASME-standardens minimitjocklekskrav.

- Om komponentens tjocklek mäts med ultraljud, så bör det därför noteras, att såväl det invändiga kolstålets, som tubens totala tjocklek, kan vara upp till ca 0,6mm grövre (baserat på dimension 63,5 x 6,53mm), än de värden som anges på ritningar och i intyg. Vid beräkning enligt SS-EN 12952-3 innebär det i praktiken en viss liten extra säkerhetsmarginal.
- Om det kvarvarande komponentskiktets tjocklek är 1 mm eller mindre måste hänsyn tas till att också delar av det underliggande lastbärande skiktet kan komma att påverkas negativt. Det innebär i så fall att man inte kan utnyttja hela det kvarvarande kolstålskiktet som lastbärande, utan att man måste göra avdrag både för uppsmältningen och för den sänkta hållfastheten i den värmepåverkade zonen.

Sammantaget innebär det att av korrosion angripna komponenter bör bedömas både utifrån tjockleken på kvarvarande ytterskikt och utifrån tillåten påverkan på det inre lastbärande kolstålsskiktet. Är de kvarvarande resterna av det ursprungliga komponentskiktet för tunna, d.v.s. mindre än 1 mm kvarvarande tjocklek, så kommer det inte gå att förbättra tjockleken genom påsvetsning utan att samtidigt det invändiga kolstålskiktet påverkas negativt på grund av uppsmältning och värmepåverkan.

Minsta tillåtna lastbärande tjocklek på det ostörda kolstålsskiktet måste då beaktas. Vanligtvis sodapannor med höga tryck är att det lastbärande skiktets hållfasthet är maximalt utnyttjad redan från början. Under sådana förhållanden kan ingen ytterligare påverkan på det skiktet överhuvudtaget accepteras, d.v.s. är då komponentskiktet för tunt så måste i sådana fall tuben bytas.

- Om det yttre skiktet har korroderat bort helt och hållet kan korrosionshastigheten hos det blottade kolstålet bli kraftig. Är kolstålet blottat så måste (i normalfallet) tuben bytas. I vissa fall, där det finns tillräckliga marginaler, så kan man ändå låta svetsreparera den blottlagda tubytan, men enbart så länge kraven för det lastbärande skiktets ostörda tjocklek innehålls.

Ett avdrag från den uppmätta kvarvarande godstjockleken bör dessutom göras - normalt med 1 mm - för att kompensera för inträngning och värmepåverkad zon, då det är den ostörda kolstålstjockleken, som räknas som kraftbärande. Kolstålsdelens kvarvarande ostörda godstjocklek skall efter svetsreparation uppfylla de krav som ges enligt diagram 1-3. Det korrosionstillägg, som finns medräknat i diagrammen nedan, kompenserar då för den ytterligare störning som den värmepåverkade zonen från svetsningen utgör.

- Se också kapitlen "Komponenter" och "Handledning för svetsreparation av komponenter..." i Rekommendation D4.

6 Spiralpåsvetsade tuber

- När väggstjockleken hos spiralpåsvetsade tuber ska bedömas är det enbart det inre lastbärande tryckkärlsstålet, d.v.s. den påsvetsade innertuben, som tas med i hållfasthetsberäkningen. Avräkning av den ursprungliga tubens godstjocklek görs därför för inträngning och värmepåverkad zon med minst 1 mm.
- Spiralpåsvetsade rör baseras på kolstålsrör enligt EN standard (t.ex. P265GH eller 16Mo3, enl. SS-EN10216-2) som påsvetsats med svetsmaterial i t.ex. ERNiCrMo-3 / UNS N06625. De påsvetsade rören anges i ritningar och intyg som vanliga panntuber med nominell ytterdiameter och medelvägg. Det korrosionsskyddande ytterskiktet,

normalt kring 2 mm, betraktas som korrosionstillägg och inkluderas som sådant i den nominella väggjockleken.

- Spiralsvetsade tuber bör inte användas som löphålstuber, eftersom den oregelbundna mikrostrukturen kan underlätta sprickbildning när löphålen utsätts för termisk belastning.
- Bedömning, underhåll och reparationer av det korrosionsskyddande ytterskiktet på spiralsvetsade tuber görs i övrigt som för komponenttuber, avsnitt 5.

REMISS

Sodahuskommittén meddelande D3, utgåva 3

Rekommendation beträffande minsta godstjocklek hos vattenförande tuber i en sodapanna.

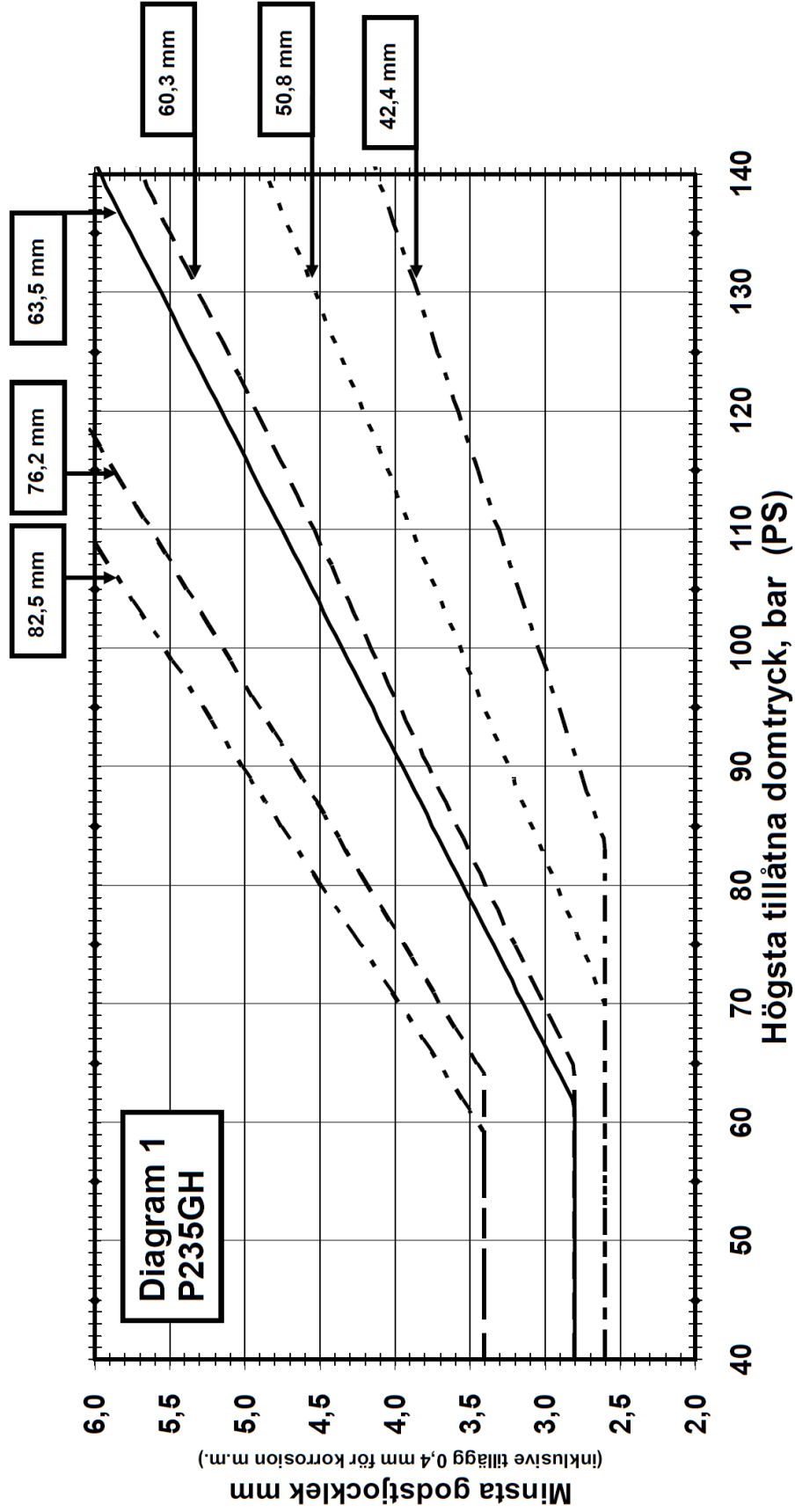


Diagram 1: Stål P235GH enligt SS-EN 10216-2 och därmed minst likvärdiga äldre stål (St 35.8/III enligt DIN 17175/NGS 124, stål 1330-05 enligt SS 141330 och stål 1234-05 enligt SS 141234)
Pannhöjd max 50 meter

Sodahuskommittén meddelande D3, utgåva 3

Rekommendation beträffande minsta godstjocklek hos vattenförande tuber i en sodapanna.

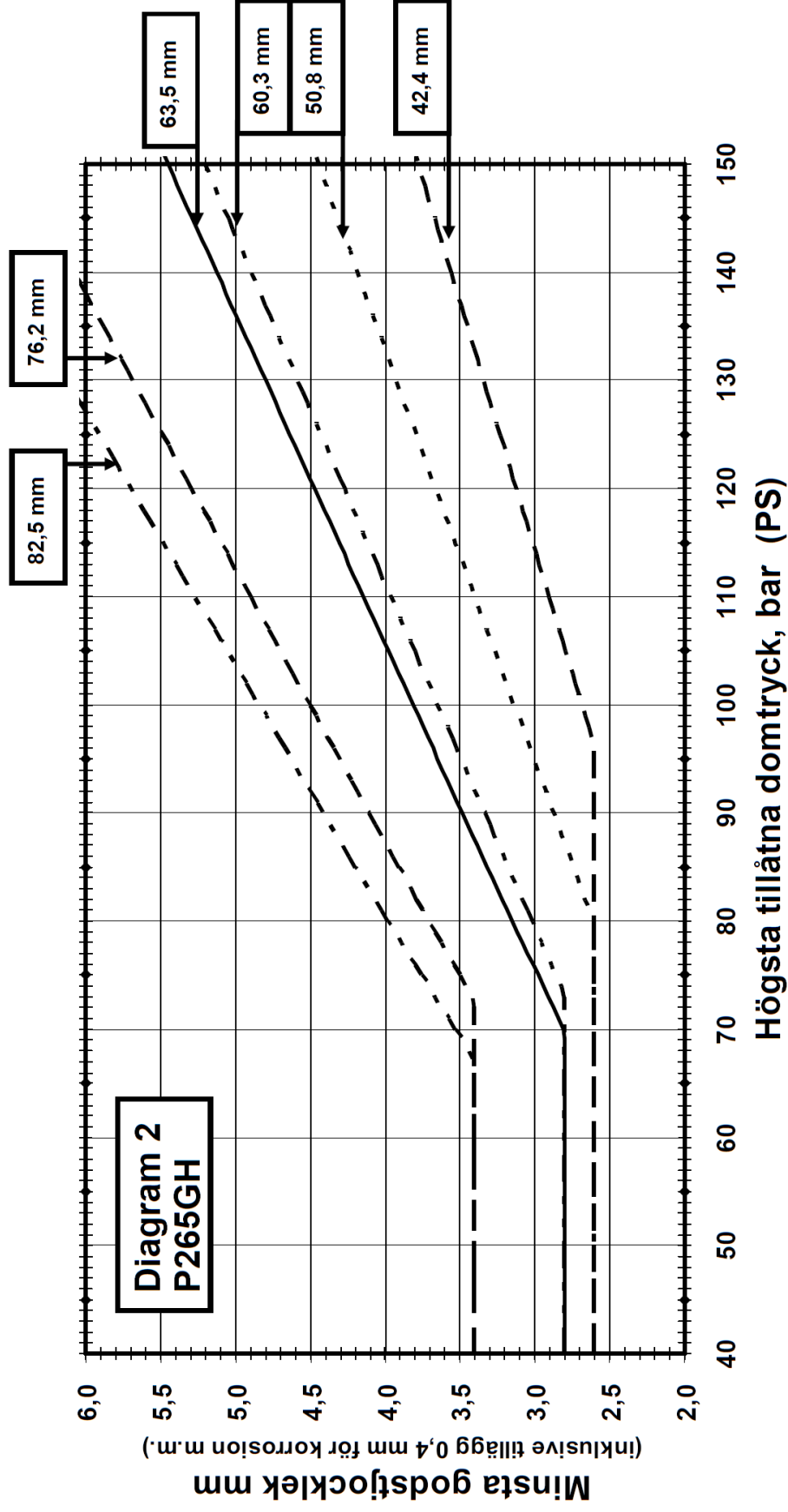
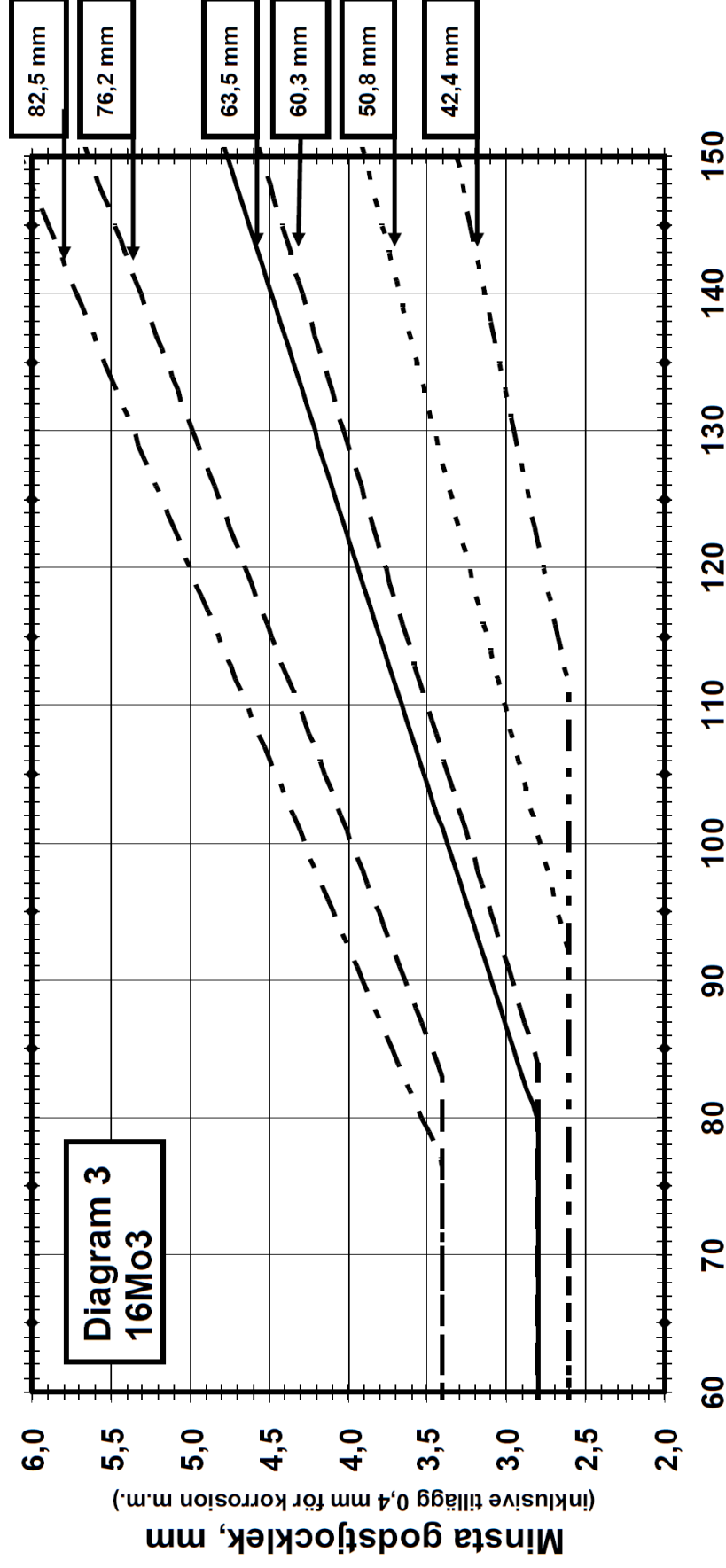


Diagram nr 2: Stål P265GH enligt SS-EN 10216-2 och därmed minst likvärdiga äldre stål (St 45.8/III enligt DIN 17175/NGS 218 och stål 1435-05 enligt SS 141435) Pannhöjd max 70 meter

Sodahuskommittén meddelande D3, utgåva 3.

Rekommendation beträffande minsta godstjocklek hos vattenförande tuber i en sodapanna.



Högsta tillåtna domtryck, bar (PS)

Diagram nr 3: Stål 16Mo3 enligt SS-EN 10216-2 och därmed minst likvärdiga äldre stål (15Mo3/III enligt DIN 17175/NGS 413 och stål 2912-05 enligt SS 142912) Pannhöjd max 70 meter