

Rapport nr. 2014/01

Vemund Årskog og Jostein Berge

Ålesund kommune - slamavskiller Flatholmen – skade

Laminattesting og kapasitetskontroll



Forfatter:	Vemund Årskog og Jostein Berge
Finansiering:	Ålesund kommune
Ansvarleg utgjevar:	Høgskolen i Ålesund
ISSN:	1502-7643
ISBN:	ISBN 978-82-92-18646-6
Distribusjon (elektronisk):	Høgskolen i Ålesund

1. Innledning.

Høgskolen i Ålesund (HiÅ) fikk 17.06.2013 en henvendelse pr. telefon fra Pål Gåseidnes i Ålesund kommune med forespørsel om bistand for å avklare årsaken til at en slamavskiller (plasttank) på Flatholmen hadde fått skader. Slamavskilleren som ble montert i 2010, er utført i sprøytetøpt glassfiberarmert polyester. Tanken har sirkulært tverrsnitt med diameter 3 m og lengde 14 m. Den er produsert i elementer med lengde 2,5 m. Disse er montert sammen med overlappskjøter i elementfugene.

Basert på befarings på skadestedet og foreliggende dokumentasjon ble det utarbeidet en rapport som konkluderte med at elementskjøtene hadde mangelfull kapasitet og at dette var den primære årsak til det observerte bruddmønster [1]. Produsenten av slamavskilleren, Vestfold Plastindustri A/S (VPI), hadde innvendinger til rapporten og lanserte også en alternativ forklaring til at tanken fikk brudd.

Etter avtale med Ålesund kommune har HiÅ utført laminattesting av prøvestykker fra plasttanken. I tillegg er det også gjennomført en styrkevurdering av tanken. Resultatene fra disse undersøkelsene er presentert i denne rapporten.

2. Laminattesting.



Figur 1. Slamavskiller, utsnitt.

Figur 1 viser et utsnitt av tanken. I området merket 4 er en gjennomgående sprekk der bruddet trolig har startet. Det ble skåret ut prøvestykker både fra dette området og fra andre områder på tanken. Lokalisering av og betegnelse på de ulike prøvestykkene er vist på skisse, Vedlegg 1.

Prøvestykkene merket 1A – 1F er tatt ut i lengderetning av tanken. Prøvestykket 1E er skåret ut ved en forsterkningsribbe (ringstiver) mens de øvrige er tatt ut fra element-skjøtene. Prøvestykkene merket 2A – 2E er skåret ut i lengderetning av tanken fra skallet mellom ribber og skjøter. Prøvestykkene merket 3A – 3E er tatt ut i ringretning av tanken mellom ribbene og skjøtene.

Resultatene fra laminattestingen er oppsummert i tabell 1 og 2 i Vedlegg 2. Fotodokumentasjon av utvalgte prøvestykker er vist i Vedlegg 3.

Tabell 1 og 2 viser klart at skjøtene er det svake ledd i tanken. Prøver fra tankskallet i tankens lengderetning har en midlere bruddlast på 1093 N/mm. Tilsvarende verdi fra skjøtene er 490,3 N/mm. Skjøtene har dermed en fasthet som bare er 45 % av skallets fasthet. Midlere bruddlast for prøver fra skallet i ringretning er 896,9 N/mm. Skjøtene har da en fasthet tilsvarende 55 % av skallet i ringretning.

3. Styrkevurdering av tanken.

I e-post av 9. oktober 2013, Vedlegg 4, har VPI v/Anders Skjeggerød redegjort for sitt syn på saken. To forhold skal kommenteres.

a) Overdekning over tanken.

Det blir i Vedlegg 4 hevdet at tanken var bestilt for en overdekning på 1,3 m mens faktisk overdekning er 2 m. Vedlegg 5 som viser e-post-korrespondanse mellom Einar Bergsli, AsplanViak A/S og Pål Gåseidnes, Ålesund kommune, dokumenterer imidlertid at VPI muntlig godkjente at overdekningen skulle økes fra 1,3 m til 2,0 m. 2,0 m overdekning var dermed en del av spesifikasjonen for slamavskilleren.

b) Maskin plassert over tanken.

Det blir i Vedlegg 4 referert til et flyfoto fra 2012 som angivelig skal vise at det har stått en maskin over tanken der skaden har oppstått. Flyfotoet er vedlagt denne rapporten som Vedlegg 6. Vi går ut fra at det i Vedlegg 4 siktes til den krumme linjen som er markert med blå strek i nærheten av de røde knappenålene. Denne linjen er ikke et "hjulspor" fra en beltemaskin, men et rør som lå igjen etter anleggsarbeidet.

Imidlertid ble det på et tidspunkt observert en minigravemaskin i nærheten av tanken. Dersom en tar utgangspunkt i en maskin av type Volvo EC 55C, vekt 5,7 tonn, og plasserer denne over tanken, kan påkjenningen på tanken estimeres. En styrkeanalyse viser at med en slik lastplassering vil spenningene i tanken øke med ca. 10 % i forhold til spenningene fra 2 meter overfylling.

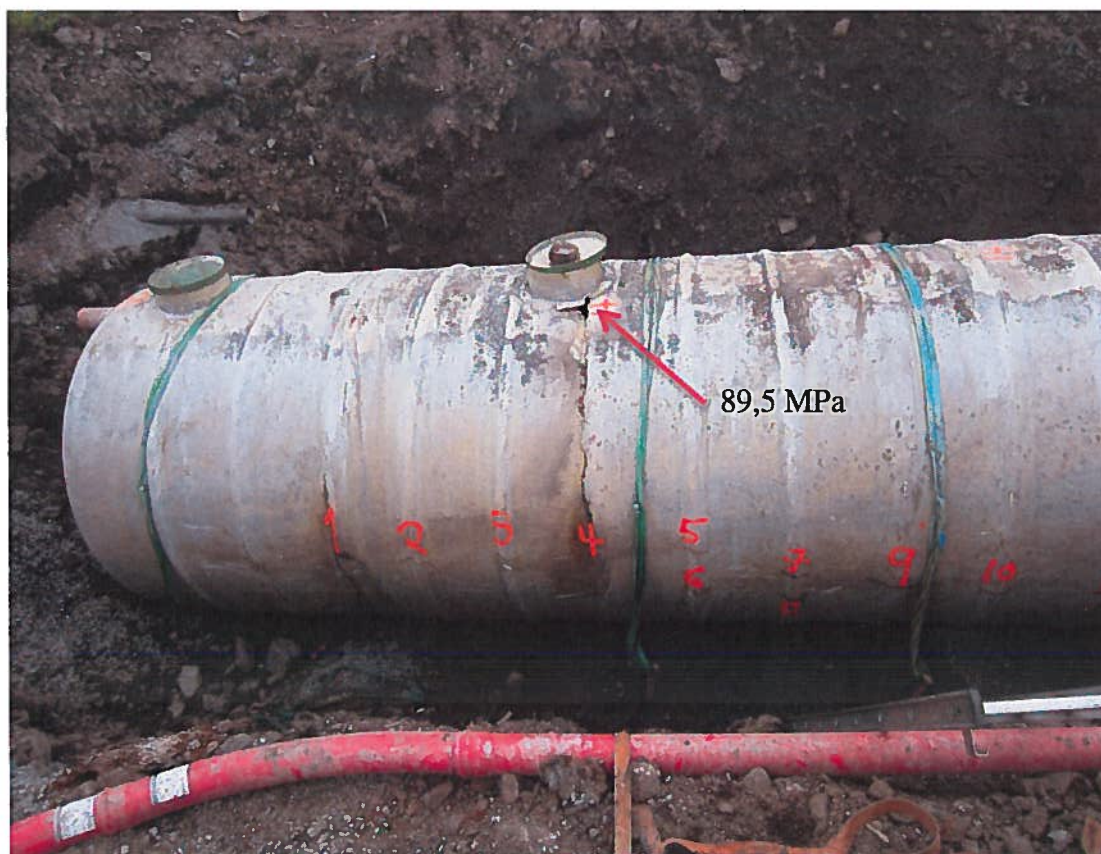
VPI har tidligere sendt over 2 rapporter. Den ene rapporten omhandler laminattesting utført av Det Norske Veritas (DNV) [2] mens den andre inneholder en kapasitetskontroll av den aktuelle tanken [3].

Laminattestingen [2] viste følgende resultater (gjennomsnittsverdier):

- Strekkprøving
 - * E-modul: 9500 MPa
 - * Strekkfasthet: 131 MPa

Resultatene fra styrkeanalysen [3] gir en maksimal spenning på 89,5 MPa ved 2 m overfylling. Dette er 68 % av bruddspenningen på 131 MPa. Denne spenningen opptrer i skallet ved en av mannlukene der det blir en spenningskonsentrasjon pga. det sirkulære utkappet.

Det har vært vanlig å basere dimensjonering av plastkonstruksjoner på et tøyingskriterium lik 0,2 %. Nyttes dette kriteriet i kombinasjon med en E-modul lik 9500 MPa blir tillatt spenning lik 19 MPa. Når maksimal opptredende spenning på grunn av overfylling er 89,5 MPa, er tillatt spenning overskredet med en faktor lik $89,5/19 = 4,7$. Ved en overfylling på 1,3 m vil tankens lastkapasitet være overskredet med en faktor lik 3,0.



Figur 2. Lokalisering av maksimal spenning.

Et uheldig sammentreff ved denne tanken er at utkappet for mannluke som gir en spenningskonsentrasjon, faller sammen med skjøten som er vesentlig svakere enn skallet for øvrig. Dette vil gi brudd på grunn av overfylling alene.

4. Konklusjon.

Basert på foreliggende dokumentasjon kan en trekke følgende konklusjoner:

1. Skjøtene mellom tankelementene har en kapasitet som bare er 45 % av skallet mellom disse.
2. Utkapp for mannluker gir spenningskonsentrasjoner og dermed lokalt økte spenninger. Det ser ikke ut til å være tatt hensyn til dette ved ekstra forsterkning her.
3. Basert på et vanlig anvendt tøyingskriterium er lastkapasiteten for tanken overskredet med en faktor lik 4,7 ved 2,0 m overfylling. Tilsvarende faktor er 3,0 ved 1,3 m overfylling.
4. Utkapp for mannluke og elementskjøt med redusert lastkapasitet sammenfaller. Et brudd vil starte her.
5. 10 % økning av spenningene pga. evt. minigraver på tanken er ikke vesentlig for bruddforløpet.

Bruddet skyldes underdimensjonert tank og uheldig utforming.

5. Referanser.

- [1]: Vemund Årskog og Jostein Berge: "Ålesund kommune – slamavskiller Flatholmen-skade". Rapport nr. 2013/03. ISBN 978-82-92186-43-5. Høgskolen i Ålesund.
- [2]: Det Norske Veritas: "Rapport Laminattesting 2011 – Vestfold Plastindustri A/S, Rapportnr./DNV Referansenr.:/ 2011-3529 / 12 RMODXD-9 Rev.01, 2011-12-19.
- [3]: "Kapasitetskontroll Slamavskiller Vestfold Plastindustri A/S", Prosjektnr. 112081-004, Dok.nr.: 112081-MBE-0003. Dato: 27.09.13.

6. Vedlegg

1. Laminatprøver – lokalisering
2. Prøveresultater
3. Fotodokumentasjon laminatprøver
4. E-post fra Vestfold Plastindustri A/S
5. E-post fra AsplanViak A/S
6. Flyfoto av anleggsområdet

TANK
PROJEKT NR. 10
29.10.2005

M 5

RIBBE
E 0 (M 5)

SKJØT

SKJØT

ID (BUNN) 10
BUNN 10

IF SIDE (10)

10

30

10E
(RIBBE)

10B

30F

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

10R

BRUD

10C

10C

10C

10C

10C

10C

10C

10C

10C

10C

10C

MORA

10M

Vedlegg 1.

R6

FRA 1A - 1F SKJØT
DER 1E

FRA 2A - 2F LENGDE RETNING

FRA 3A - 3E RINGRETNING

2057

Tabell 1. Tank Flatholmen - prøveresultater

Prøve nr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Skjærareal (mm ²)	Lastcelle kN	Bruddlast %	Bruddlast kN	Bruddform	Strekfasthet (Mpa)	Skjærfasthet (Mpa)	Konstruksjonsdel
1B	70,4	11,7		120	26,3	31,56	Strekk	38,3		Skjøtt
1C	71,0	12,6	6078	60	59,5	35,70	Skjær		5,9	
1D	71,0	11,6	7468	120	31,2	37,44	Skjær		5,0	
1F1	70,5	9,0	4760	120	23,8	28,56	Skjær		6,0	Ringstiver
1F2	71,0	12,2	4596	120	33,6	40,32	Skjær		8,8	
1E1	70,5	12,0		120	68,0	81,60	Strekk	93,0		Skall lengderetning
1E2	70,2	11,7		120	65,0	78,00	Strekk	84,6		
2A	70,9	12,5		120	70,0	84,00	Strekk	94,8		Skall ringretning
2B	71,0	11,3		120	79,5	95,40	Strekk	118,9		
2C	71,0	11,7		120	63,8	76,56	Strekk	92,2		
2D	70,9	11,7		120	64,8	77,76	Strekk	93,7		
2E	70,6	11,8		120	44,8	53,76	Strekk	64,5		
3A1	70,8	11,3		120	46,2	55,44	Strekk	69,3		Skall ringretning
3A2	70,4	11,4		120	45,0	54,00	Strekk	67,3		
3B1	70,8	11,7		120	68,7	82,44	Strekk	99,5		
3B2	70,9	11,5		120	61,8	74,16	Strekk	91,0		
3C	70,8	11,2		120	41,8	50,16	Strekk	63,3		
3D	70,9	11,2		120	42,1	50,52	Strekk	63,6		
3E	70,9	11,0		120	64,8	77,76	Strekk	99,7		

Tabell 2. Tank Flatholmen , fasthetsdata og statistiske verdier

Prøve nr.	Konstruksjonsdel	Bredde (mm)	Bruddlast kN	Bruddlast N/mm	Gjennomsnitt, X N/mm	Standardavvik, S N/mm	Variasjonskoeffisient, V*
1B	Skjøt lengderetning	70,4	31,56	448,3	490,3	64,4	13,1
1C		71,0	35,70	502,8			
1D		71,0	37,44	527,3			
1F1		70,5	28,56	405,1			
1F2		71,0	40,32	567,9			
1E1	Ringstiver lengderetning	70,5	81,60	1157,4	1134,3	32,8	2,9
1E2		70,2	78,00	1111,1			
2A	Skall lengderetning	70,9	84,00	1184,8	1093,0	213,0	19,5
2B		71,0	95,40	1343,7			
2C		71,0	76,56	1078,3			
2D		70,9	77,76	1096,8			
2E		70,6	53,76	761,5			
3A1	Skall ringretning	70,8	55,44	783,1	896,9	197,1	22,0
3A2		70,4	54,00	767,0			
3B1		70,8	82,44	1164,4			
3B2		70,9	74,16	1046,0			
3C		70,8	50,16	708,5			
3D		70,9	50,52	712,6			
3E	70,9	77,76	1096,8				

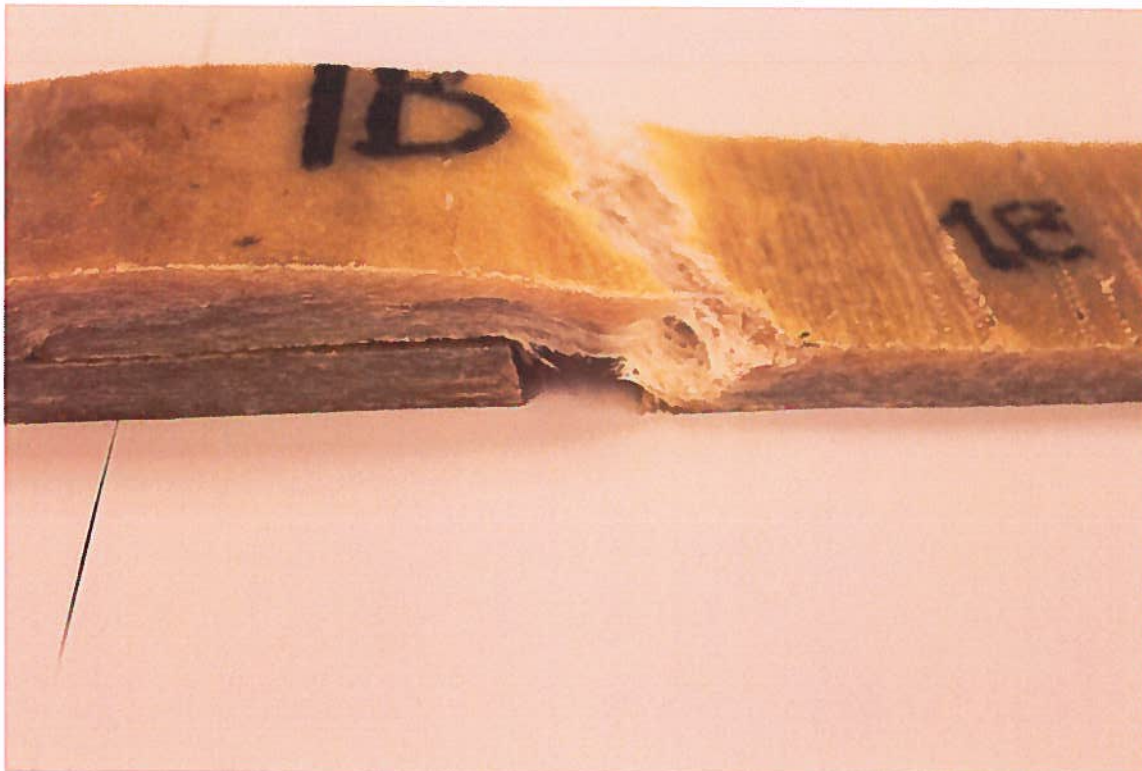
$$\frac{490,3}{1093} = 0,45$$

$$\frac{490,3}{896,9} = 0,55$$

$$*V = 100 \frac{S}{X}$$



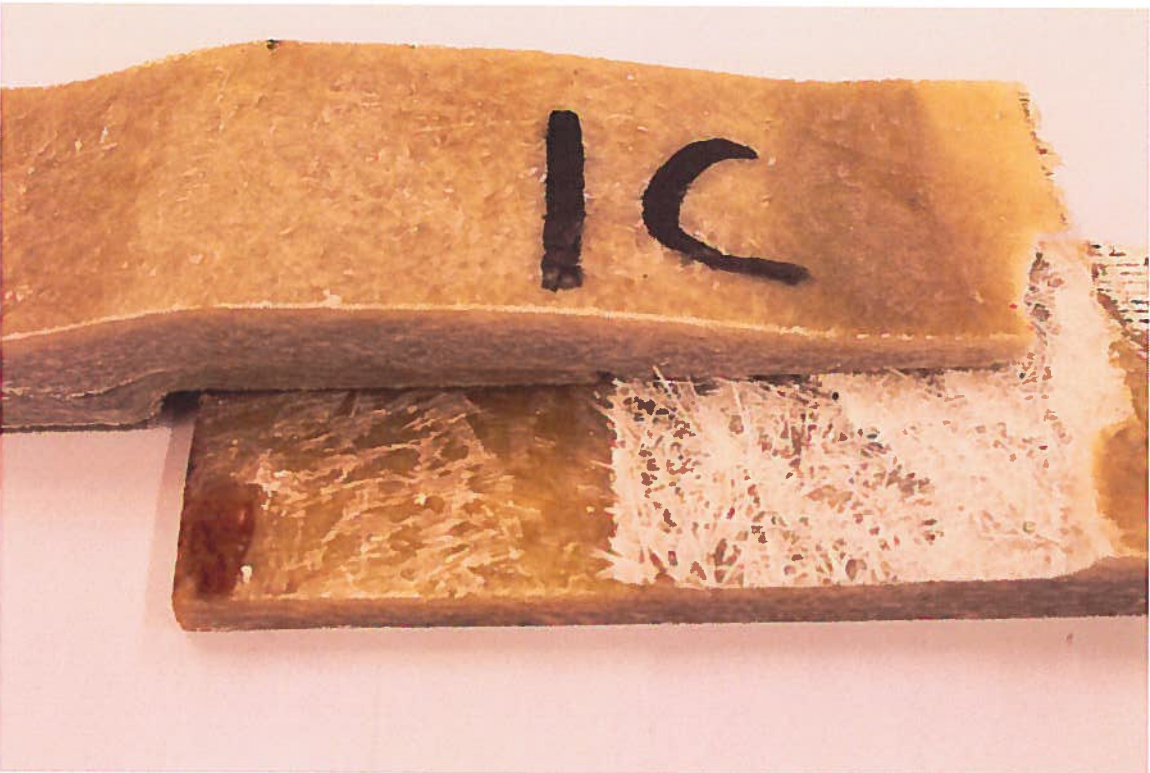
Prøve 1B, skjøt



Prøve 1B, skjøt, detalj



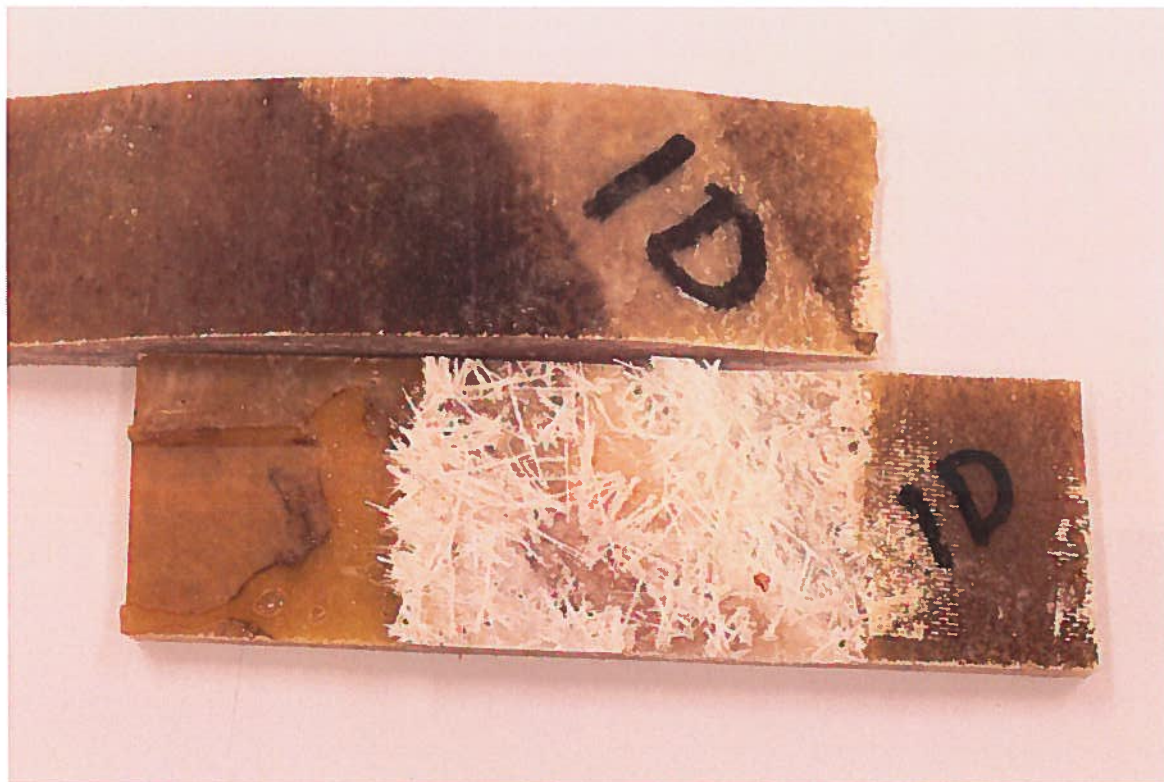
Prøve 1C, skjøt



Prøve 1C, skjøt, detalj



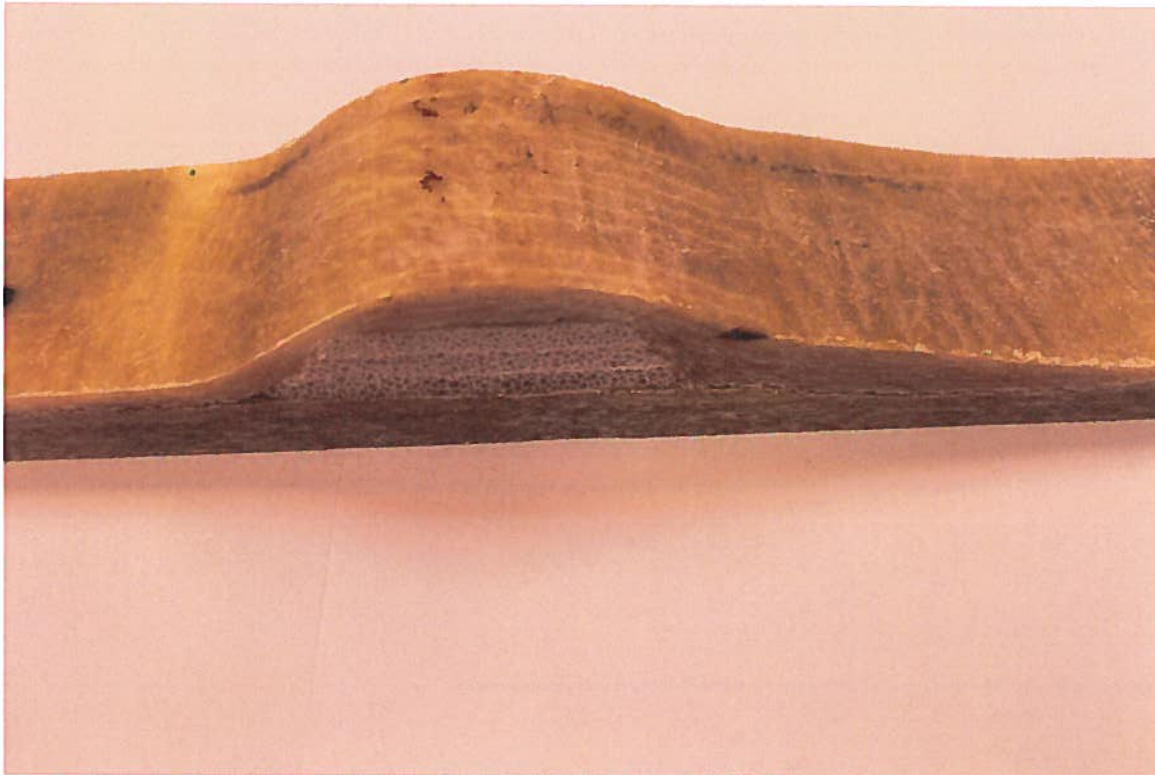
Prøve 1D, skjøt



Prøve 1D, skjøt, detalj



Prøve 1E1, forsterkningsribbe



Prøve 1E1, forsterkningsribbe, detalj



Prøve 1F2, skjøt



Prøve 1F2, skjøt, detalj

Fra: Anders Skjeggerød <anders@vpi.no>
Sendt: 9. oktober 2013 12:05
Til: paal.gaaseidnes@alesund.kommune.no
Kopi: Berge Jostein; Årskog Vemund Nils; karsten.almaas@alesund.kommune.no; Sigrun.Jahren@alesund.kommune.no; Jan E. Ruud; Jens Morten Johannesen
Emne: Flatholmen 90 m3
Vedlegg: DNV_Report_2011-3529_VPI.PDF; Microsoft Word - bilde flatholmen.pdf

Hei

Vedrørende analyse av skjøtene er disse godt innenfor standarden.

Breddekravet her er 3 ganger tykkelse (3 x 12 mm = 36 mm) til hver side av skjøten før avtrapping til 0 over samme lengde.

Minste målte avstand før avtrapping er > 55 mm, totalbredde på skjøt 350 mm.

I og med det er muffeskjøter, ikke buttskjøter som rapporten fra Høyskolen angir, er senter skjøt sideforskjøvet fra innvendig synlig «skjøt»

Ref /4/ er hentet fra NS-EN 12566-1 (jordlast) som er dagens standard for slamavskillere opptil 50 PE

Ref /1/ er Veritas rapport (vedlagt) på laminat-test som ligger til grunn for beregningen, NB ikke fra gjeldende 90 m3.

Har lagt ved flyfoto tatt i 2012. Vet ikke datoen men disse gravearbeidene er vel loggført hos kommunen.

Knappenålene er mannhulla på hhv 30 og 90 m3.

Dette bildet viser tydelig at det har stått en maskin over tanken der hvor skaden er oppstått.

Jeg går ut ifra at Jostein Berge og Vemund Aarskog kan bekrefte at skaden på tanken er forenlig med denne type (over)belastning?

Ved dynamiske laster (trafikk etc) skal det være kjøresterk installasjon på GRP tanker.

Manglende komprimering av masser. Ikke stabile masser rundt tank. Tank bestilt for 1,3 meter overdekning, faktisk overdekning ca 2 meter er andre grove feil under/etter nedlegging.

Hadde nedleggingsanvisningen fra VPI og anleggsbeskrivelsen fra VA-consult blitt fulgt ville denne hendelsen vært unngått.

Fra vår side anser vi denne saken (skyldspørsmålet) som ferdig, dette kan ikke VPI lastes for.

Angående ny tank / rep av tank etc., har kommunen noen planer videre fremover?

Med vennlig hilsen



Vestfold Plastindustri AS

Anders Skjeggerød

Teknisk

anders@vpi.no

Tlf mob: 906 54 903

Tlf direkte: 33 43 03 53

Tlf sentralbord: 33 43 03 50

Pål Gåseidnes - SV: Tank Flatholmen

Vedlegg 5

Fra: Einar Bergsli <Einar.Bergsli@asplanviak.no>
Til: Pål Gåseidnes <paal.gaaseidnes@alesund.kommune.no>
Dato: 20.01.2014 09:59
Emne: SV: Tank Flatholmen

Hei Pål

Jeg skal svare på dine 2 spørsmål vedr slamavskilleren på Flatholmen.

1. Jeg kan bekrefte at vi fikk muntlig godkjenning fra VPI på å øke overdekningen for slamavskilleren til maks 2,0 m. Jeg var selvsagt kjent med VPIs monteringsinstruks, og tok derfor kontakt med VPI for å avklare en økning av overdekningen, levering av halsforlengere, det praktiske rundt slamtømming og fysisk sikring av areal rundt slamavskilleren. Vi fikk også en bekreftelse av VPIs representant ved befaringen 12.06.2013 at inntil 2,0 m overdekning ikke var noe problem.
2. Revidert arbeidstegning 09 ble ikke sendt til VPI.

Med vennlig hilsen

Einar Bergsli
Vann og Miljø

 **asplan viak**

Mob/dir: 93 05 77 78, Sentralbord: 417 99 417
einar.bergsli@asplanviak.no - www.asplanviak.no
Asplan Viak AS, Enenvegen 2a, 6416 Molde



Tenk miljø før du skriver ut

Fra: Pål Gåseidnes [<mailto:paal.gaaseidnes@alesund.kommune.no>]
Sendt: 17. januar 2014 14:11
Til: Einar Bergsli
Kopi: Karsten Almås; Olav Aarø; Sigrun Jahren
Emne: Tank Flatholmen

Hei Einar.

Vi må ha noen uttalelse fra dere.

1. Som du har sagt tidligere så var det muntlig mellom dere og VPI angående endring av overfylling høyde på tanken fra 1.3 meter til 2.0 meter. kan du bekrefte dette på en e post til oss.
2. Dere rettet så opp arbeidstegninger til 2.0 meter høyde på masser over tank. Sende dere da de nye tegninger til VPI ?

mvh
Pål Gåseidnes

Vedlegg 6

