

PM
BILAGA 1

UPPDRAG Stensjö dämme	UPPDRAGSLEDARE Mats Andreasson	DATUM 2012-12-27, Rev. 2013-01-25
UPPDRAGSNUMMER 1321069000	UPPRÄTTAD AV C-G Göransson	

Mölnaldalsån - Fördelning av flödet i Grevedämnet nedströms Stensjöns utlopp – dagens förhållanden och förslag till framtida flödesfördelning.

Befintliga vattenvägar och konstruktioner

Mölnaldalsån mynnar ca 230 m nedströms Stensjö dämme i en damm som utgör ett litet lokalt magasin, samt fördelar flödet mellan två olika grenar. Magasinet har uppkommit genom urgrävning av en ca 1 200 m² stor yta och har ett översvämningsskydd genom en betongmur tvärs den naturliga fallinjen.

Norra grenen

I den norra delen av Grevedämnet finns totalt 4 utskov, varav den vänstra tidigare har använts för att leda vatten genom en träkanal till en turbin. Det andra utskovet från vänster leder vattnet huvudsakligen under den intilliggande industribyggnaden. Om skälet till att det leds in under fabriken är oklart. Det finns dock nära fabriken nedströmssida grova huggna stenar placerade i ett mönster som tyder på att det funnits någon form av vattenhjul placerat där, liksom ett utlopp genom fabriksväggen. Möjligen har det även funnits ett syfte att komplettera den begränsade flödesarean utmed fabriken med en gren under fabriken (jämför Mölnlycke fabriker där åfåror är helt överbyggda). Utskovet är placerat rakt framför inloppet under fabriken.

De två högra utskoven är avsedda för överskottsvatten som får strömma i ett djupt nedsänkt kanalliknande lopp förbi fabriksbyggnaderna.

Idag finns inga vattenvägar som är anpassade för kraftproduktionen, annat än efter relativt omfattande utbyggnader. De båda vänstra utskoven är delvis blockerade av stålplåtar som medger överströmning endast vid högt respektive mycket högt flöde. Efter passagen av den östra sidan av fabriksbyggnaderna gör en del av den naturliga fåran en 90-graderssväng och strömmar västerut utmed fabriksbyggnaderna, medan en annan går i en vid båge innan den återförenas med rännan utmed fabriken strax uppströms en järnvägsbro. Den senare åsträckan är kraftigt igensatt och bidrar endast med flöde vid hög vattenföring.



Plåtar framför f.d. kraftverksintaget och utskov nr 3 från höger



Utskov nr 1 och 2 från höger



Nedströms dammen sett från vänstra sidan



Befintlig å/kanal nedströms de båda högra utskoven

Den fria bredden i utskoven, exklusive gåtar/ståndare för luckfalsar är från höger 2,0 m, 2,8 m, 4,3 m och 5,85 m. De tre högra utskoven avsedda för avtappning har alla vardera en mittgått avsedd att dela avståndet i hanterbara bredder på luckor eller sättar. Tröskelnivån är genomgående ca +47,30 m (RH2000).

Södra grenen

I den södra delen av Grevedämnet finns ett utlopp som tidigare reglerats med två luckor. Luckornas funktion har rimligen varit att vid litet eller normalt flöde i ån vara stängda helt eller nästan helt för att leda vattnet till den tidigare i bruk varande turbinen. Avsikten med den södra kanalgrenen har rimligen varit att vid höglöde hjälpa till att leda vattnet vidare från Grevedämnet utan att överbelasta den norra grenen. Reglerluckorna har, som framgår av foto, inte använts för sitt syfte under 10-tals år. Flödet ut ur Grevedämnet har istället fått fördela sig fritt utgående från kapaciteten i de båda grenutloppen. Södra grenens avbördningskapacitet bestäms av en bergtröskel vid själva utloppet och av utloppets bredd, ca 3,3 m, på samma sätt som för ett normalt utskov. Hela denna gren är konstgjord. Den utgörs i sin övre del, ca 100 m längd, av närmast vertikala kanalsidor som är delvis stensatta och delvis betongjutna. Därefter övergår den till att strömma längs mer naturlig mark på vänstra sidan, men med stensatt högersida ner till en mindre gångbro mitt för den gamla skolan. Denna bro stryper kanalens bredd från i detta läge ca 8,0 m abrupt till 4,6 m, vilket försämrar kanalens kapacitet väsentligt och orsakade lokal översvämning vid höglödet 2006. Nedströms om bron är kanalen återigen stensatt på båda sidor och sektionsbredden ökar gradvis fram till sammanflödet mellan de båda grenarna från Grevedämnet nära järnvägsbron.

Efter sammanflödet rinner ån under en bro för Stensjögatan/Pixbovägen. En kort sträcka ytterligare nedströms börjar de första grunddammarna i Kvarnbyfallen. (Här ligger det egentliga Grevedämnet som fördelade vattnet lika mellan den vänstra och den högra sidan av kvarnar och fabriker längs Kvarnbyfallen).



Grevedämmets södra utlopp.



Avloppskanalen vid Pixbovägen.

Inloppet till den södra grenen har en fri bredd på 3,3 m och bottenivån på ca +47,25 m, dvs. tröskeln som utgörs av en bergklack ligger endast något lägre än utskoven för den högra grenen. Luckorna sitter nedströms bergklacken på en sådan låg nivå att mittgåten inte påverkar flödeskapaciteten, vilken istället styrs hydrauliskt av en bestämmande sektion i inloppet, se foto

ovan. Detta förhållande gäller så länge som vattnet strömmar fritt under luckorna. Därefter fungerar utloppet som underströmningsluckor.

Befintlig flödesfördelning

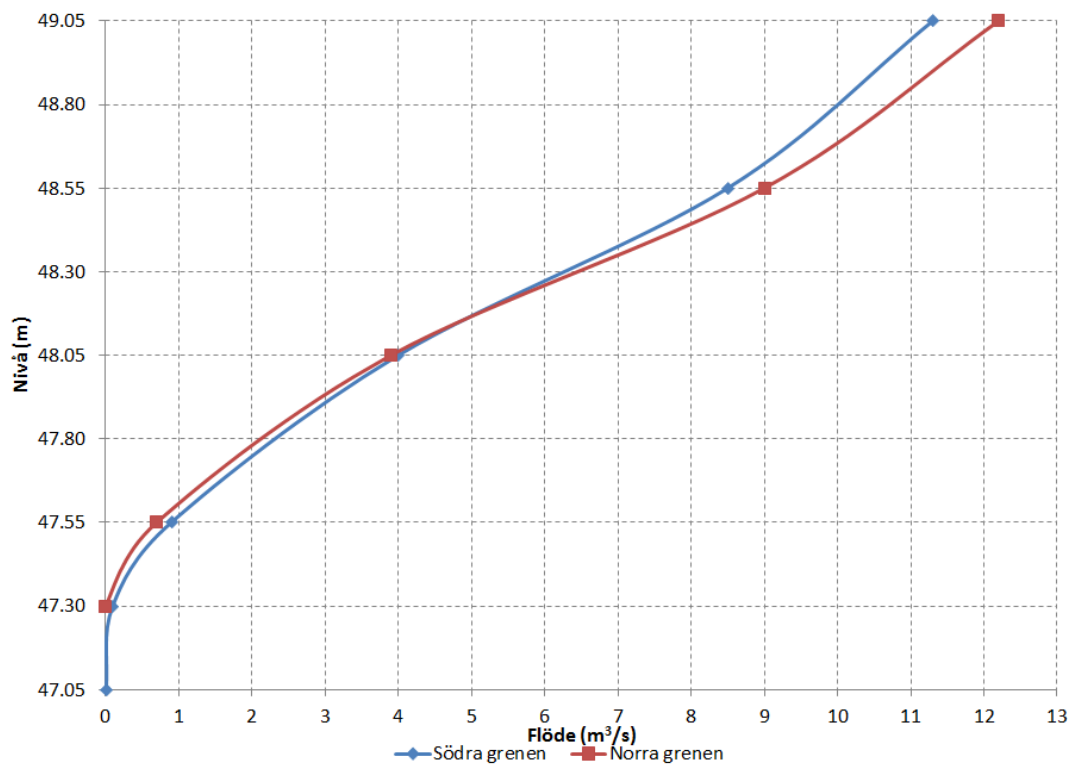
Flödesfördelningen mellan de båda grenarna är idag beroende av de arrangemang som gjorts vid de båda dämmena för södra respektive norra grenarna samt att själva Grevedämnet är kraftigt igensatt.

I södra grenen sitter de båda luckorna idag på 1,1 m avstånd ovanför botten. Vid låga vattenstånd i Grevedämnet innebär detta ingen strypning av utloppskapaciteten, utan flödet bestäms istället av en bestämmande sektion i själva utloppssektionen. Vid stora flöden bestämmer istället luckorna och vattenståndet i Grevedämnet kapaciteten. Kapaciteten för denna gren kan beräknas teoretiskt med rimligt god noggrannhet, förutsatt att vattenståndet i Grevedämnet är känt. Vid översvämningen 2006 nådde vattnet praktiskt taget upp till överkant den betongmur som avgränsar Grevedämnet i fallinjen/västerut. Det skvalpade vatten över muren enligt ögonvittnen. Vid de teoretiska beräkningarna har därvid antagits att nivån 2006 var uppe vid kanten av betongmuren, vilket ger ett flöde om ca 11,3 m³/s. För lägre vattenstånd i Grevedämnet har flödet beräknats för bestämmande sektion, respektive när luckorna dämmer för underströmning under luckor upplyfta till 1,1 m över botten. Resultaten redovisas i *Figur 1* och *Tabell 1*.

I norra grenen är de båda högra utskoven helt öppna, förutom en bromsande mittgot i vardera utskovet. Framför det tredje utskovet från höger sitter stålplåtar. På en bredd av 2,9 m finns en plåt med överkanten på nivån +47,91 och på en bredd av 1,4 m en plåt med överkanten på +48,28 m. Vid höga vattenstånd i Grevedämnet bräddar vatten först över den lägre plåten och vid riktigt högt vattenstånd även över den höga plåten. Det senare innebär att det rinner vatten in mot och på vänster sida om den närmaste fabriksfastigheten. Beräkningsmässigt borde det under flödet 2006 runnit mer än de ca 23,5 – 11,3 = 12,2 m³/s, som erhålls genom att ta skillnaden mellan vad som beräkningsmässigt rann ut ur Stensjön under luckorna i den dammen och vad som rann under luckorna i den södra grenen. Beräkningarna pekar på att det var stora fallförluster inom det igenvuxna Grevedämnet från åns utlopp i Grevedämnet och fram till utloppen i norra grenen.

Beräkningar av detta slag är behäftade med vissa osäkerheter. I detta fall kan det beräknade flödet genom södra grenen vara något för stort om det blev vågor i Grevedämnet som medförde att vatten skalpade över betongmuren. Det skulle i så fall medföra att flödet var lite mindre i södra grenen och större i den norra jämfört med ovan angivna flöden. Det skulle samtidigt medföra att fallförlusterna i Grevedämnet, som beräkningsmässigt blev överraskande stora skulle vara något lägre. Slutsatsen är att minst 52 % av toppflödet 2006 rann genom den norra grenen, dvs. något över hälften.

Befintliga förhållanden



Figur 1 Vattenföring genom olika grenar med befintliga förhållanden

Tabell 1 Vattenföring genom olika grenar med befintliga förhållanden

Nivå i Grevedämnet	Q (m³/s)		
	Södra grenen	Norra grenen	Totalt
+47.30	0.03	0	0.03
+47.55	0.9	0.7	1.6
+48.05	4.0	3.9	7.7
+48.55	8.5	9	17.5
+49.05	11.3	12.2	23.5

Flödesfördelning efter rensning av Grevedämnet med eller utan plåtar i norra grenen

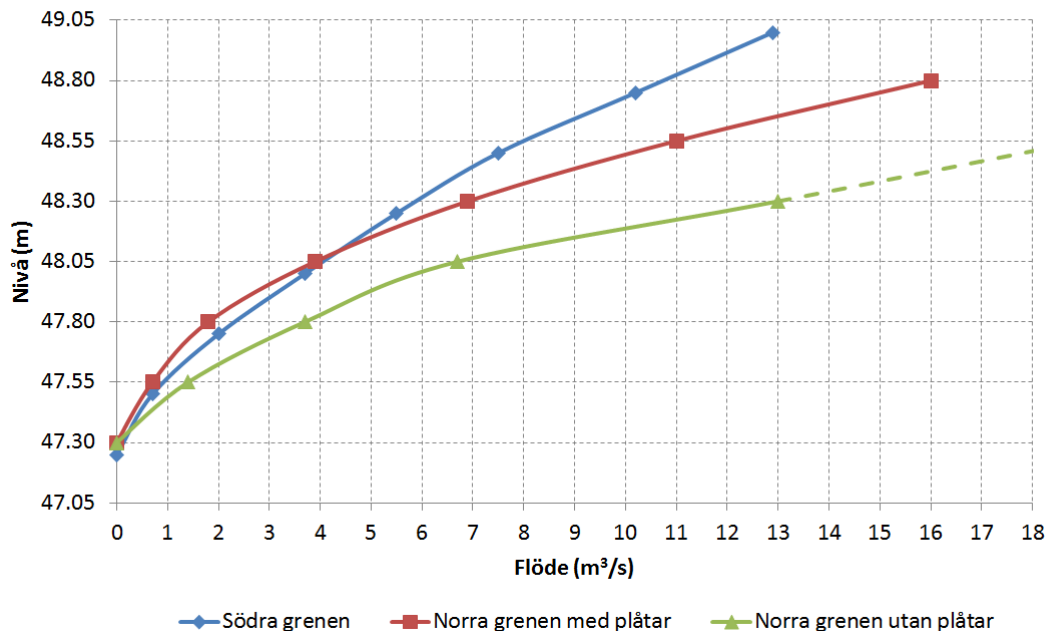
I det följande förutsätts att Grevedämnet grävs ur på det sätt som anges i nu planerat föreslag till kapacitetsförbättringar i Stensjöns utlopp. Grevedämnet kommer då att fungera som en normal damm/bassäng med förhållandevis låga vattenhastigheter och därmed små fallförluster inom dammen. Flödet kommer därtill i framtiden att fördelas mellan den befintliga ån/tilloppskanalen till Grevedämnet med sin mynning nära utloppet till den södra grenen och en ledning med mynning relativt nära utloppen till den norra grenen. Detta antagande är därför högst rimligt. Beräkningarna av utflödet har således beräknats utgående från att vattenståndet är detsamma framför utloppen till de båda grenarna.

För södra grenen har förutsatts att luckorna är helt öppna/borttagna. Beräkningarna för den norra grenen har utförts dels med nuvarande förhållanden med befintliga skärmar framför tredje utskovet från vänster, dock förutsatt att utskovet framför det gamla kraftverksintaget är helt stängt, dels att de tre utskoven som är avsedda att avbörda vatten vid högflöden är helt öppna.

Av diagrammen framgår liksom för befintliga förhållanden att flödet i den södra grenen är endast något större vid låga flöden. Med befintliga plåtar blir flödet lika stort vid ca 4 m³/s i vardera grenen, varefter utflödet i den norra grenen överväger.

Att behålla plåtar framför utskov som är avsedda som flodutlopp även under högflöden är knappast i samklang med miljöbalkens intensioner. Tas dessa plåtar bort framför tredje utskovet från vänster och sätts intaget framför kraftverksintaget igen permanent fås istället en helt annan flödesfördelning. Redan vid ett minflöde blir flödet mellan de båda grenarna lika, varefter det vid ökande tillrinningen gradvis blir en mycket stor övervikt för utflöde till den norra grenen.

Kapacitet i Grevedämmet med eller utan plåtar



Figur 2 Vattenförning genom olika grenar med eller utan plåtar

Tabell 2 Vattenförning genom olika grenar med eller utan plåtar

Nivå i Grevedämmet	Q (m³/s)		
	Södra grenen	Norra grenen med plåtar	Norra grenen utan plåtar
+47.30	0.03	0	0.03
+47.55	0.8	0.7	1.4
+47.80	2.1	1.8	3.7
+48.05	4.0	3.9	6.7
+48.30	6.2	6.9	13
+48.55	8.9	11	>18
+48.80	11.0	16	

Förslag till ny utformning av utloppen ur Grevedämmet

Under ett utredningsskede övervägdes att leda mer än halva flödet genom den södra kanalgrenen, dvs. mer än vad som rann genom grenen under extremflödet 2006. En sådan åtgärd skulle dock innebära behov av stora förstärkningar av kanalsidorna och höjning av desamma med t.ex. gabioner för att begränsa kostnaderna på ett rimligt sätt. Gabioner är inte önskvärda enligt kulturansvariga på kommunen. SGI ställer därtill mycket höga krav vad gäller säkerheten mot erosion, t.ex., mot Pixbovägen. Senare utredningar har visat att det med små åtgärder går att leda något mer än halva flödet i den norra grenen vid maximal tappning från Stensjön. Flödet i den södra grenen kommer därför att begränsas till ungefär samma flöde som vid översvämningen 2006. Detta kan uppnås med begränsade insatser i form av ett bredare inlopp och från Grevedämmet för att sänka nivån vid stora flöden i densamma. En smärre lokal översvämning nere vid gamla skolan vid de mycket ovanliga tillfällena då Stensjön tappas med full kapacitet motivera inte att den smala bro som ger dämning ersätts med en ny.

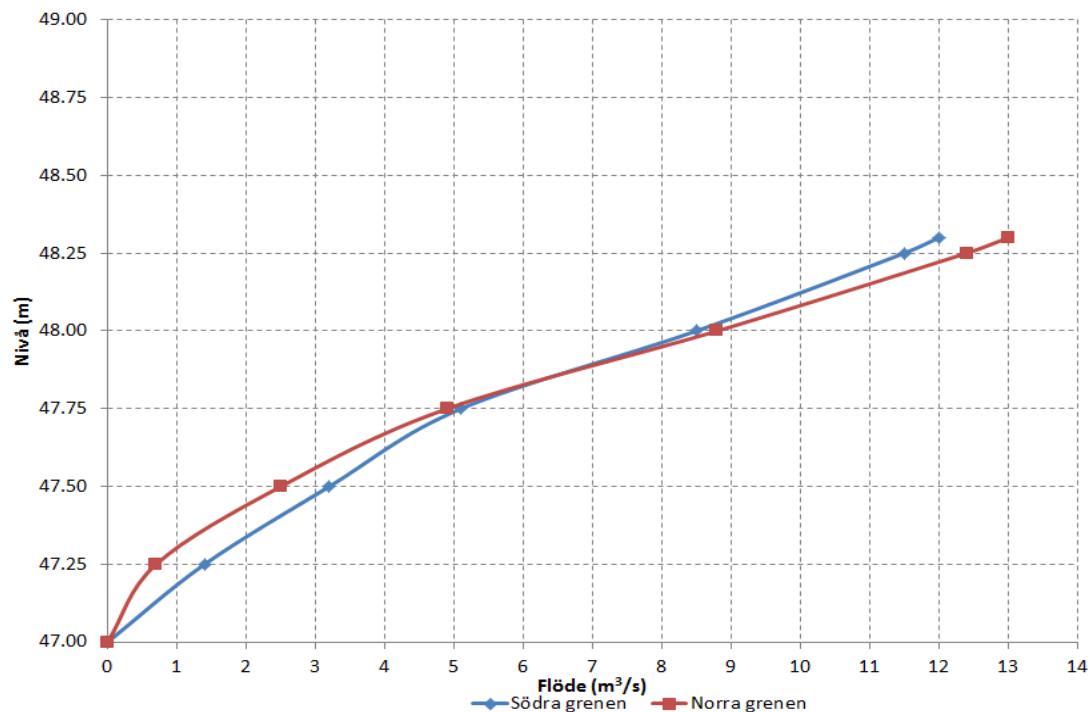
Beräkningar har utförts för olika alternativa utformningar av utloppen ur Grevedämmet. Därvid har antagits att tröskelnivån i södra grenen sänks till +47,00 m.

För att det vid lågflöde ska rinna någorlunda lika flöden i södra och norra grenen och åtminstone förhindra att norra grenen torrläggs, så föreslås att trösklarna i de båda högra utskoven i norra grenen sänks till +47,00 m. Det tredje utskovet ur norra grenen behålls intakt, men plåten tas bort för att medge fri utströmning. Därvid förutsätts att detta utskov till följd av sin stora bredd förses med två gåtar för indelning i tre fack för möjlig avstängning vid underhållsarbeten. Utskovet för det gamla kraftverksintaget stängs lämpligen med sättrar eller på annat sätt så att det inte vid höga vattenstånd rinner vatten på fel sida om den närliggande fabriksbyggnaden.

Beräkningar har utförts för olika bredder på utloppet till södra grenen och med två eller tre utskov öppna i norra grenen. Med enbart två utskov öppna i norra grenen och en bredd i utloppet i södra grenen på 4 m eller mindre fås en ogynnsamt hög nivå i Grevedämmet som begränsar kapaciteten betydligt i den nya tillloppsledningen till Grevedämmet.

Med en bredd av 5 m för utloppet till södra grenen och fullt öppna utskov i norra grenen enligt ovan, dvs. tröskelnivån i de båda högra utloppen sänks 0,30 m till +47,00 m och det tredje utskovet från vänster förses med två gåtar, men med oförändrad tröskelnivå fås ett förhållande i flödesfördelning som mycket väl liknar nuvarande förhållanden. Vid låga flöden är det en övervikt för flöde i södra grenen, men vid dimensionerande flöde blir utflödet till den norra grenen något större än till den södra, se *Figur 3* och *Tabell 3*.

Förslag till utformning av Grevedämmet



Figur 3 Vattenföring genom olika grenar med föreslagen utformning

Tabell 3 Vattenföring genom olika grenar med föreslagen utformning

Nivå i Grevedämmet	Q (m³/s)		
	Södra grenen	Norra grenen	Totalt
+47.00	0	0	0
+47.25	1.4	0.7	2.1
+47.50	3.2	2.5	5.7
+47.75	5.1	4.9	10
+48.00	8.5	8.8	17.3
+48.25	11.5	12.4	23.9
+48.30	12	13	25

Flödeskapacitet för hela Stensjösystemet och begränsningar i tappningar vid nivåer över dämmningsgränsen

Med de förändringar i kapacitet som föreslagits ovan fås en kapacitet i Stensjöns utlopp enligt:

Nivå i Stensjön	Bef. kanal	m ³ /s	
		Ledning	Totalt
Sänkningsgräns	4	11	15
Dämmningsgräns (DG)	11	12	23
DG + 0,1 m	13	12	25

Av störst betydelse för att under högflöden kunna magasinera mycket vatten i Stensjön-Rådasjön är att ha god tappningskapacitet vid lågt vattenstånd i sjöarna, dvs. tappa ur dessa så mycket som möjligt under regniga perioder för att ha största möjliga marginal mot överdämningar och högflöden i den översvämningsskänsliga nedre Mölndalsån. Detta uppfylls med nu föreslagen lösning. Vid extremt stora tillflöden som 2006 blir sjöarna ändock till en del överdämda för att skydda nedre Mölndalsån och även hela vattenvägen/-arna från Stensjö dämme ner genom Grevedämnet, dess båda grenar och fallen genom Kvarnbyn och ner genom Papyrusområdet.

En analys av tidigare högflöden som gett översvämningar längs ån visar att det i framtiden bör vara fullt möjligt att vid normala "översvämningstillfällen" som 1987, 1998 och 2005 begränsa tappningen från Stensjön till 20, eventuellt 18 m³/s. Detta till följd av en kraftigt förbättrad möjlighet att kunna hålla sjöarna på låg nivå innan högflödet börjar. Under perioden då ett kraftigt regn ger stort flöde i Kålleredsbäcken måste flödet ändock begränsas från Stensjön ner till i storleksordningen 15 m³/s. Därefter finns utrymme i nedre Mölndalsån att öka tappningen från Stensjön om så är ända upp mot 25 m³/s, när flödet i Kålleredsbäcken klingat av. Om det då enligt prognos från SMHI inte finns någon förvarning om nya stora nederbördsmängder under de närmaste 3 – 5 dyggen, vilket vid de ovan nämnda översvämningstillfällena inte var fallet, så kan tappningen från Stensjön istället begränsas till 18 á 20 m³/s. Detta minskar påtagligt risken för skador i ån ner till sammanflödet med Kålleredsbäcken. Analyser av översvämningen 2006 visar att det även vid det tillfället hade varit möjligt att begränsa flödet till 20 m³/s från Stensjön, eftersom den mycket kraftiga regnperiod som gav översvämningssregnet följdes av en regnfri period.

Vid extremt stora flöden, större än 2006, dvs. med en återkomsttid av 100 år eller mer så är det dock rimligt att sjöarna tappas ur under ett antal dagar med så stort flöde som nedre Mölndalsån klarar av utan allvarliga översvämningsskador.

10 (10)

PM
BILAGA 1
Rev. 2013-01-25