

Bisfenolfria biljetter - Länstrafiken Jämtland

Slutrapport

2011-06-01

FÖRFATTARE: TOMAS ÖSTBERG, LENA STIG

Sammanfattning

Debatten om risker med det hormonstörande ämnet bisfenol A har framförallt handlat om användningsområdet plaster, som till exempel i nappflaskor. Att bisfenol A används som framkallare i termopapper har däremot inte uppmärksammats på samma sätt. Under hösten 2010 utförde därför *Jegrelius – Institutet för tillämpad Grön kemi* en studie där ett stort antal kvittolikhande produkter av termopapper analyserades på bisfenol A, och resultaten visade att alla dessa produkter innehöll höga halter bisfenol A.

Ett av de analyserade termopappren som innehöll bisfenol A var bussbiljetter från Länstrafiken Jämtland. När Länstrafiken fick denna vetskap agerade de mycket snabbt och bytte till bisfenol-fria biljetter. Med sitt agerande har de förutom att direkt minska sin egen personals exponering för bisfenol A, även blivit delaktig i en process som slutligen kan leda till att en stor och tidigare negligerad exponeringskälla försvinner. En liten del av denna process är detta projekt *Bisfenolfria biljetter – Länstrafiken Jämtland* som initierats av Länstrafiken och vars resultat presenteras i denna rapport.

Syftet med projektet har varit att ge en bakgrund till de motstridiga uppgifter som finns angående risker med bisfenol A, samt att kartlägga teknikfront och marknad generellt och specifikt för Länstrafikens situation. Vi har också försökt att identifiera och riskbedöma aktuella substitut för att säkerställa att Länstrafiken verkligen har bytt till ett bättre alternativ.

Den marknadsanalys som utförts ger en tydlig bild av tre typer av termopapper som är aktuella:

1. Vanligt lågpris termopapper med bisfenol A som framkallare.
2. Alternativt bisfenol A-fritt (BPA-free) termopapper som är något dyrare där det i stället är bisfenol S som används.
3. Bisfenolfritt premium-papper som är arkivbeständigt och ungefär dubbelt så dyrt, där varken bisfenol A eller bisfenol S används.

Vår riskbedömning av bisfenol S och bisfenoler generellt, visar att ingen bisfenolbaserad substans kan ses som ett bra substitut till bisfenol A. Detta innebär att det enda på marknaden tillgängliga termopapper som kan vara ett bra alternativ är bisfenolfritt premium-papper. Vår marknadskartläggning visar tyvärr att ingen tillverkare öppet vill redovisa vad det är för kemikalie som används som framkallare i dessa papper. Detta påverkar därmed möjligheten att göra en riskbedömning av de alternativa pappren.

I stället har vi utifrån en kartläggning av möjliga alternativa framkallare identifierat ett mindre antal substanser som med större sannolikhet används i dessa premium-papper utan bisfenol. Det är då frågan om en grupp urea-baserade substanser. Av dessa är det en substans som sticker ut i frågan om marknadsföring och tillgång på toxicitetsdata vilken har handelsnamnet Pergafast 201. Denna substans har därför riskbedömts i jämförelse med bisfenol A och slutsatsen är att det är ett bättre alternativ än bisfenol A framförallt ur hälsoperspektiv.

Utifrån ett resonemang kring vad som är rimligt, har vi antagit att vissa tillverkare använder just denna substans i sina premium-papper. Slutsatsen vi därmed kan göra är att Länstrafiken har gjort ett bra val när de bytte ut sina biljetter som innehöll bisfenol A mot ett dyrare premium-papper utan bisfenol.

I rapporten diskuteras även vilka möjligheter det finns att gå vidare i arbetet att få tillverkare att öppet redovisa vilka kemikalier som deras termopapper innehåller.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Bisfenol A – vad är problemet?.....	2
2.1	Inledning.....	2
2.2	Varför så motstridiga riskbedömningar.....	3
	Endokrin påverkan	4
	Testmetoder.....	5
	Industri och forskning	5
	Det tar tid att fasa ut farliga ämnen	6
3	Teknikfront och marknad	7
3.1	Marknadsanalys.....	7
3.2	Patentgenomgång	9
4	Riskbedömning av alternativ.....	11
4.1	Vad innehåller termopapper utan bisfenol A	11
4.2	Bisfenol S och andra bisfenolbaserade alternativ	12
4.3	Ureabaserade alternativ	13
	Pergafast 201	13
	BTUM	15
	Urea Urethane compound.....	15
5	Slutsats och rekommendationer	16
6	Fortsatt arbete.....	17
7	Referenser.....	18

1 Inledning

Ett termopapper ändrar färg när det utsätts för värme. Det beror på att pappret innehåller ett system av kemikalier som tillsammans ger en färgförändring vid en viss temperatur. Pappret används tillsammans med värmeskrivare i exempelvis kortterminaler, kassaapparater, olika typer av automater m.m. eftersom det ger en enkel och relativt underhållsfri utskriftsfunktion.

Jegreliusinstitutet har under hösten 2010 analyserat och funnit höga halter av det misstänkt hormonstörande kemikalien bisfenol A i vanliga kvitton utav termopapper. Det har givit ett stort genomslag i Sverige och andra länder samt bidragit till ett behov att finna bättre alternativ till de termopapper som innehåller bisfenol.

Länstrafiken i Jämtlands län hade precis som många andra företag höga halter av bisfenol A i sina bussbiljetter. Med hänsyn för sina anställda som hanterar stora mängder biljetter bytte Länstrafiken snabbt till ett bisfenol-fritt alternativ. Men de var ändå osäkra på om det alternativa pappret verkligen var bättre än papper med bisfenol A. Därför kontaktade de Jegreliusinstitutet för att i samarbete undersöka det hela och finna en bra lösning. Projektet namngavs ”Bisfenolfria biljetter – Länstrafiken Jämtland ” och har blivit beviljat medel från Länsstyrelsen genom en innovationscheck.

Syftet med projektet har varit att ge en bakgrund till de motstridiga uppgifter som finns angående risker med bisfenol A, samt att kartlägga teknikfront och marknad generellt och specifikt för Länstrafikens situation. Vi har också försökt att identifiera och riskbedöma aktuella substitut för att säkerställa att Länstrafiken verkligen har bytt till ett bättre alternativ.

Målsättningen har varit:

- Att belysa och ge en förklaring till de i många fall motstridiga åsikter och uppgifter från industrin, myndigheter, forskare och miljöorganisationer när det gäller riskbedömning av bisfenol A.
- Att kartlägga teknikfronten och marknaden för bisfenolfria termopapper generellt och för specifika alternativ som passar Länstrafikens behov och situation.
- Att utföra riskbedömning av de kemikalier som är substitut till bisfenol i de alternativa produkterna.
- Att materialet och kunskapen ska kunna utgöra grunden för vidare hjälp och samarbete med andra företag som också vill finna alternativ till bisfenol i sina kvitton.

Om vi ser till funktionen att tillgodose en kund med ett bevis att något är betalt, så finns det många tänkbara lösningar som inte bygger på termopapper eller papper överhuvudtaget. Det skulle kunna var olika typer av elektronisk kvittens med hjälp av mobiltelefon, SMS, plastkort m.m. I detta projekt har vi dock gjort avgränsningen att endast utvärdera system med termopapper.

Jegrelius – Institutet för tillämpad Grön kemi har ansvarat för projektledning och rapportering. Vidare även problembeskrivning av bisfenol och kvitton, genomgång av patentbeskrivningar, sammanställning av tänkbara alternativ och riskbedömning av alternativ.

Justin Jeffs, *Scandinavian Sustainability Consulting* har ansvarat för marknadsanalys, genomgång av var teknikfronten ligger, generella alternativ och specifika alternativ som passar Länstrafikens behov.

2 Bisfenol A – vad är problemet?

2.1 Inledning

Bisfenol A (BPA) är en av världens mest använda kemikalier och inom EU produceras och användes 2005/2006 uppskattningsvis 1150 000 ton per år . 71 % av all bisfenol A används i produktionen av polykarbonatplast, 25 % i produktionen av epoximaterial och endast 0,16 % användes till tillverkning av termopapper, vilket motsvarar nästan 2000 ton¹.

Officiellt är bisfenol A klassificerad som reproduktionstoxisk klass 2: *Misstänks kunna skada fertiliteten*². Bisfenol A är också identifierat som ett prioriterat riskminskningsämne i Kemikalieinspektionens PRIO-databas¹ på grund av allergena egenskaper. Vi finner även bisfenol A på SINLISTⁱⁱ som en av 356 listade substanser som uppfyller EU:s kriterier för att vara ett så kallat SVHC-ämne (Substances of Very High Concern).

Bisfenol A har i både djurförsök och i vissa fall epidemiologiska studier kopplats till hälsorisker så som förändringar i hjärnan, beteendepåverkan, prostatacancer, bröstcancer, missfall, fertilitetsstörning, diabetes, fetma med mera³.

Så det är ingen tvekan om att bisfenol A är ett farligt ämne. Det som diskuteras är vid vilka koncentrationer som det är farligt och vilken risk för hälsan bisfenol A utgör när det finns i de produkter som vi dagligen använder!

Som konsument av de produkter som innehåller bisfenol A kan det vara svårt att veta vad man ska tro, då det just för bisfenol A finns många fall av motstridiga åsikter och uppgifter från industrin, myndigheter, forskare och miljöorganisationer när det gäller vilka risker bisfenol A medför.

På ena sidan står industrin med sina intresse- och lobbying organisationer som menar att användningen av bisfenol A är ofarlig, att användningen ”make our lives easier, healthier and safer, each and every day”ⁱⁱⁱ. Å andra sidan har vi miljöorganisationer och ett stort antal forskare som menar att samhällets användning av bisfenol A i olika produkter utgör en verklig risk för vår hälsa. Vissa forskare menar att den exponering av bisfenol A som vi utsätts för i vårt dagliga liv ger oss halter i kroppen som motsvarar de halter som ger negativa effekter i laboratoriestudier på djur⁴.

Mellan dessa två grupper finns statliga myndigheter som bland annat har till uppgift att värdera risker av kemikalier i samhället, sätta riktvärden, gränsvärden och i vissa fall med lagstiftningens hjälp minimera farlig exponering av vissa kemikalier. I de många omfattande riskutvärderingar som är utförda av myndigheter i olika länder har flera kommit fram till liknande resultat; att ett tolerabelt dagligt intag (TDI) av bisfenol A är 50 µg/kg/d⁵. I dessa riskutvärderingar har detta TDI dimensionerats framförallt av en och samma studie på råttor från 2002⁶. En annan gemensam nämnare i dessa riskutvärderingar är att en stor mängd studier som faktiskt visar på negativa effekter vid halter lägre än den nivå som detta TDI är baserat på, så kallade *low dose*-studier, har av olika anledningar bedömts som icke tillförlitliga och därmed inte beaktats! I den senaste europeiska riskutvärdering från 2008¹ har dock Sverige, Danmark och Norge angett en avvikande åsikt, där de påpekar att det verkligen finns ett antal tillförlitliga *low dose*-studier som därför borde användas vid dimensioneringen av nivån för TDI.

ⁱ Kemikalieinspektionens prioriteringsguide PRIO http://www.kemi.se/templates/PRIOframes_4045.aspx (2011-04-12)

ⁱⁱ ChemSecs SINLIST <http://www.sinlist.org/> (2011-04-06)

ⁱⁱⁱ Bisphenol-A Website <http://www.bisphenol-a.org/> (2011-04-06)

Med tiden har även vissa länder till slut tagit till lagstiftning för att skydda den känsliga och utsatta gruppen små barn, genom att förbjuda bisfenol A i nappflaskor. Kanada och Danmark var föregångare men från och med 2011 har det för hela EU införts ett sådant förbud.

När det gäller risker vid hantering av just termopapper har både branschorganisationen för termopapperstillverkarna ETPA, och svenska Plast- & Kemiföretagen menat att användningen av termopapper är utan risker. De hänvisar till EUs riskbedömning¹ av bisfenol A och menar att konsumenters användning av termopapper är riskbedömd och att risken är ansedd som försumbar i jämförelse med andra källor. Men det har faktiskt inte gjorts någon sådan riskbedömning i EUs rapport! Det enda som anges gällande konsumenters exponering av termopapper är antagandet att exponeringen är försumbar och att det därför inte behövs någon riskbedömning! De skriver: *Other uses of bisphenol-A, such as in printing inks and thermal paper, are considered to result in negligible potential for consumer exposure in comparison with the other sources considered and therefore will not be addressed further in this assessment.* Det saknas alltså ett grundläggande resonemang som tar hänsyn till möjliga exponeringsscenario (konsument, kassapersonal mfl.), hur mycket som kan lossna, fastna på huden, tas upp i huden och föras vidare in i kroppen.

Att exponeringen inte är försumbar visa bland annat den amerikanska organisationen Environmental Working Group. De har på sin hemsida publicerat en genomgång¹ av den statliga datainsamlingen NHANES där de har jämfört koncentrationer av bisfenol A i urinprover från 916 personer med olika yrken. De fann att fyra av de fem yrkesgrupper som hade högst koncentration bisfenol i urin var yrkesgrupper som dagligen kommer i kontakt med kvitton. Vid en uppdelning på personer anställda inom detaljhandeln (195 st) mot personer med andra yrken (721 st) visade det sig att de inom detaljhandeln hade 33 % högre bisfenol A-halter i urin, 3,2 µg/l i förhållande till 2,4 µg/l.

2.2 Varför så motstridiga riskbedömningar

De motstridiga riskbedömningar gällande bisfenol A kan bland annat förklaras utifrån en kombination av följande:

- Endokrin påverkan ger upphov till komplexa störningar som kan vara svåra att bedöma.
- Standardiserade testmetoder för att mäta och bedöma ämnens farlighet är inte optimala för endokrinstörande ämnen.
- Tillverkning och användning av bisfenol A genererar stora ekonomiska värden som industrin vill försvara och som stat/myndigheter i vissa fall vill ta hänsyn till .
- Det är vanligt att det tar tid att fasa ut farliga ämnen, det var likadant för DDT, PCB mfl.

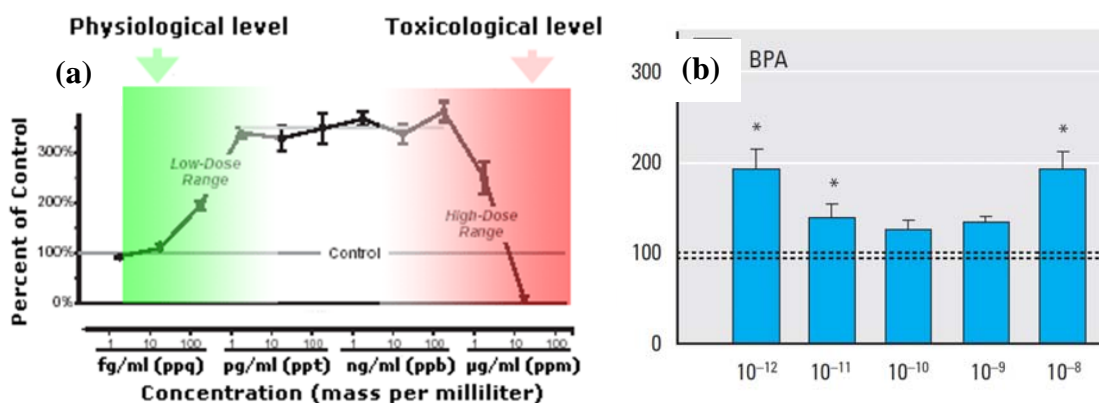
¹ EWG analysis of CDC biomonitoring data from samples collected from 2003-2004. Publicerat 2010-07-27 på: <http://www.ewg.org/bpa-in-store-receipts>

Endokrin påverkan

Det endokrina systemet är ett kontrollsystem som utsöndrar kemiska signaler, hormoner. Ett väl fungerande endokrint system är en förutsättning för att upprätthålla många fysiologiska funktioner hos människor och djur. Endokrin störande ämnen som påverkar balansen i kroppens hormonsystem kan därför ge upphov till en rad olika effekter som till exempel fortplantningsstörning eller missbildning, cancer, diabetes, hjärtkärlsjukdomar, benskörhet och skador på immun-systemet och nervsystemet, varav det senare i sin tur kan leda till beteendepåverkan i ett senare skede i livet¹. Den stora bredden av effekter från endokrin påverkan försvårar epidemiologiska studier då det kan vara lång tid mellan exponering och uppkomst av olika effekter.

Endokrina störningar från bisfenol A på foster kan ge olika effekter beroende på när i fosterutvecklingen som exponeringen sker. Man talar om ett kritiskt tidsperiod för exponering som ger olika effekter beroende på vilka specifika vävnader eller organ som utvecklas. Effekter som i vissa fall först blir synliga i ett senare skede av det vuxna livet⁷

Ett debatterat ämne gällande endokrin påverkan är att effekten inte alltid är linjär och proportionell mot dosen. Effekter av endokrina ämnen kan även vara i form av *non-monotonic-respons* då effekten i vissa fall är högre vid låga koncentrationer än vid högre koncentrationer⁷. I Figur 1 visas två exempel på detta (a) att estradiol ger olika dos-respons på bröstcancer cellers tillväxt inom olika koncentrationsintervall⁸ och (b) att bisfenol A ger en U-formad *non-monotonic-respons* för prolactin-utsöndring från cellkulturer⁹.



Figur 1: Non-monotonic-Responses: Graf (a) visar hur endokrint aktiva ämnen, i detta fall estradiols påverkan på bröstcancer cellers tillväxt, ger olika dos-respons inom olika koncentrationsintervall⁸. Graf (b) visar ett liknande inventerat mönster för prolactin-utsöndring [% av kontroll] från cellkulturer vid olika koncentrationer av bisfenol A⁹

¹Kemikalieinspektionen: Hormonstörande ämnen http://www.kemi.se/templates/Page___6018.aspx (2011-04-07)

Testmetoder

För bisfenol A har det uppstått en klyfta mellan oberoende forskning och de som efterfrågar toxicitetstester i enlighet med standardmetoder. Myndigheter och lagstiftande organ vill basera sina beslut på väl beprövade, standardiserade och validerade metoder och kritiker menar att nya egenutvecklade metoder som många forskare använder sig av passar endast till att pröva hypoteser och för att undersöka verksamma mekanismer¹⁰. Men eftersom kunskapsläget kring endokrinstörande substanser så som bisfenol A går snabbt framåt, ställer det nya krav på testmetoderna som de standardiserade metoderna inte hinner leva upp till.

Denna kontrovers har gjort det lätt för industrin att döma ut en stor del av den forskning som bedrivs på universiteten och de myndigheter som ansvarar för riskutvärderingar har svårt att använda sig av resultaten från denna forskning.

För att överbrygga denna problematik har US National Institute of Environmental Medicine (NIEHS)ⁱ samlat en grupp etablerade forskare i vad de kallar *the BPA master experiment*. De ska i princip göra om mycket av sin forskning, men anpassa metoderna utefter den kritik som industrin tidigare har framfört. Det handlar då om hur bifenol A analyseras i blod, att analysera naturliga östrogener i försöksdjurens föda, använda andra hormoner som positiv kontroll, att dosera försökskemikalier oralt i stället för att injicera det under huden m.m. Tanken är att industrin inte ska få någon möjlighet att kritisera de metoder som används och att myndigheter ska kunna använda resultaten i kommande riskutvärderingar. Ett sådant initiativ bådar gott för framtiden!

Industri och forskning

Det som är tydligt är att industrin och dess branschorganisationer driver en opinion för att i bästa fall minska oron i samhället att bisfenol A utgör en risk. Med risk att verka konspiratorisk vill vi även nämna att resultaten från *low dose*-studier ser ut att till viss del bero på var finansieringen kommer från! I Tabell 1 visas en summering som forskaren Frederic vom Saal har sammanställtⁱⁱ. Den visar att ingen av de 14 *low dose*-studier som finansierats av företag har funnit negativa effekter av bisfenol A, vilket jämförs med att 93% av de totalt 217 statligt finansierade studierna har funnit negativa effekter.

Tabell 1: Sammanställning av resultaten från 231 *low dose*-studier uppdelat efter typ av finansiering. Baserat på vom Saal (2009)ⁱⁱ

Source of founding	Harm	No harm	Total
Government	202 (93%)	15 (7%)	217
Chemical Corporations	0 (0%)	14 (100%)	14
Total	202 (87%)	29 (13%)	231

ⁱ US National Institute of Environmental Medicine: Recovery Act Spotlight, <http://www.niehs.nih.gov/recovery/critical/bpa.cfm> (2011-04-07)

ⁱⁱ vom Saal (2009), Bisphenol A References, <http://endocrinedisruptors.missouri.edu/vomsaal/vomsaal.html> (2011-04-07)

För att se om detta verkligen stämmer så har vi på Jegrelius utfört en sökning i databasen DARTⁱ med sökorden bisfenol A och low-dose. Det genererade då 97 referenser, varav 70 var relevanta studier, 53 av dessa visade någon form av negativ effekt av bisfenol A och 17 gjorde det inte. Av dessa 17 dessa studier utan negativa effekter så kunde vi utifrån författarnas adressinformation identifiera att 9 av studierna hade koppling till kemiföretag eller industrifinansierat institut. För de 53 studier som fann negativa effekter såg vi ingen sådan koppling!

Det tar tid att fasa ut farliga ämnen

Det kommer alltid att vara en fördröjning mellan tidiga varningar och larm från forskarvärlden och den respons från beslutsfattare som ger förändring i samhället. Denna fördröjning är i många fall mycket lång, ibland decennier, vilket har sammanställts i EU-rapporten med den talande titeln *Late lessons from early warnings*¹¹. Några av de 14 exemplen i rapporten är bland annat asbests, PCB och TBT. Historien för asbest börjar redan 1906 då de första dödsfallen rapporterades, regler för dammkontroll kom 1931 och totalförbud i EU kom först 1998. För PCB som började produceras i början av 30-talet identifierades höga halter i havsörn 1969, första förbudet för öppen användning i Sverige 1972 och ett EU-direktiv för total utfasning kom så sent som 1996. TBT (tributyltenn) börjades på 60-talet att användas på båtskrov för att förhindra påväxt av marina organismer. Tack vare mycket god effektivitet ökade användningen markant under 70-talet men vid slutet av 70-talet kom de första rapporterna om kollapsade ostronodlingarna. Utan fullständiga vetenskapliga bevis men utifrån försiktighetsprincipen agerade myndigheterna i Frankrike snabbt med ett förbud för små båtar redan 1982. Förbud i fler länder följde, men först 2003 kom ett internationellt förbud för alla typer av fartyg. Trots att det tog ca 30 år från de första varningarna till de slutgiltiga restriktionerna så är historien om TBT ett exempel på en relativt snabb process, tack vare att beslutsfattare agerade utefter försiktighetsprincipen!

I en senare artikel om *Late lessons from early warnings* för endokrinstörande substanser¹² menar samme författare att det finns gott om falska negativa exempel, dvs att en kemikalie eller en aktivitet anses vara ofarlig under en längre tid innan bevis visar att så inte är fallet, precis som i exemplen ovan. Att det sker en händelseutveckling åt andra hållet (falsk positiv) finns det färre exempel på. Författare förklarar detta med att det finns en inneboende benägenhet inom hälso- och miljövetenskapen att undvika falska positiva, en sorts försiktighet, och att hos beslutsfattare dominerar kortsiktigt ekonomiskt och politiskt intresse framför långsiktigt ansvar för samhälle och hälsa!

Oavsett vad denna tröghet beror på, så tar det lång tid från de första forskarrönen att något är farligt till dess att det sker en förändring. Det som varit avgörande för hur lång tid som det har tagit har i många av dessa fall varit balansen mellan försiktighetsprincipen och vilken nivå och mängd vetenskapliga bevis som krävts. Men historiskt sett så har det varit ovanligt att något ofarligt har förbjudits för att senare motbevisas!

ⁱ Developmental and Reproductive Toxicology Database (DART) - References to developmental and reproductive toxicology literature <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?DARTETIC> (2010-02-03)

3 Teknikfront och marknad

3.1 Marknadsanalys

Inom ramen för detta projekt har det utförts en marknadsanalys för att kartlägga teknikfront och marknad för termopapper generellt och specifikt för Länstrafikens behov.

Marknadsanalysen finns avrapporterad i separat rapport¹³ och här följer en kort sammanfattning av dess innehåll.

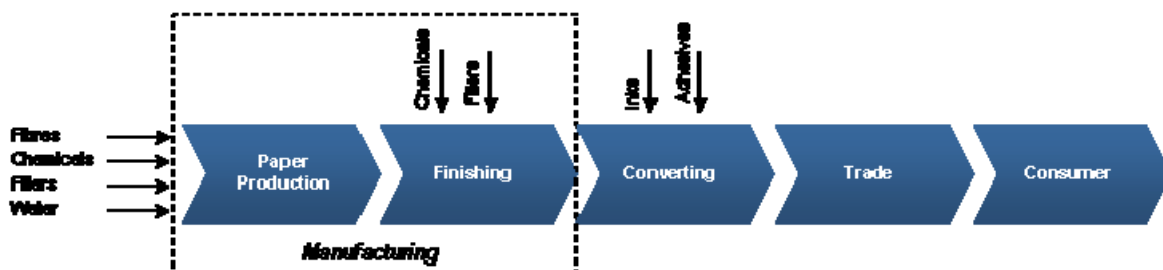
Bisfenol A har använts i termopapper sedan 1960-talet och är fortfarande den vanligaste färgframkallaren i termopapper. Bisfenol A är en högvolykmkemikalie med lågt pris där endast ca 0,16% av den totala användningen i Europa går till termopapper.

Genom bland annat kontakter med termopapperstillverkare och konverterare/återförsäljare har det framkommit en tydlig bild av tre typer av termopapper på marknaden:

1. Vanligt lågpris termopapper med bisfenol A som framkallare.
2. Alternativt bisfenol A-fritt (BPA-free) termopapper som är något dyrare där det i stället är bisfenol S som används.
3. Bisfenolfritt premium-papper som är arkivbeständigt och ungefär dubbelt så dyrt, där varken bisfenol A eller bisfenol S används.

Länstrafiken Jämtland har bytt sitt lågpris termopapper med bisfenol A mot ett bisfenolfritt premium-papper som tillverkas av Jujo Thermal Ltd.

Det finns tre led i leverantörskedjan för termopapper; tillverkning, konvertering och försäljning/distribution.



Figur 2. Leverantörskedja för termopapper med tillverkning, konvertering och försäljning/distribution.

På den svenska marknaden finns i dag tre leverantörer som kan tillhandahålla termopapper utan bisfenol A; Schades A/S, Rollco Nordic AB och Point Transaction Systems AB (Tabell 2). De köper papper av ett fåtal stora tillverkare som i sin tur köper kemikalier av ett fåtal stora kemikalietillverkare. BASF, ESCO, Nagase America Corporation, Nisso America och AdChem Technologies.

Tabell 2: Tillverkare, konverterare och återförsäljare av termopapper¹³.

Företag	Har bisfenol fritt papper	Har BPA fritt papper	Kommentar
Appleton		Bisfenol S	Tillverkare USA
Kanzan	Ja		Tillverkare Tyskland
Ricoh		Ej bekräftat	Tillverkare Fra
August Koehler	Ja		Tillverkare Tyskland
Mitsubishi HiTec Paper	Ja		Tillverkare TYS/JPN
Jujo Thermal Ltd	Ja		Tillverkare Fin/
Nashua		Ej bekräftat	Konverterare
NCR	Ja		Konverterare
Rollco Nordic AB	Ja		Leverantör Sverige
Point Transaction System		Ja	Leverantör Sverige
Schades A/S nuvarande lev.	Jujo's		Leverantör Sverige

Priset på kemikalier styr priset på pappret och de bisfenolfria pappret är idag ungefär dubbelt så dyrt som de med bisfenol A. Flertalet av tillverkarna kan dock förse kunden med bisfenolfria papper, men incitamenten för att göra det är få. Barriärerna sammanfattas i Tabell 3. Medvetenheten om riskerna med bisfenol bland kunder och myndigheter har ökat, men det är svårt att både påverka leverantörerna och att få information om kemikalieinnehåll. Att öka efterfrågan med en större och starkare köpkraft kan vara ett sätt att påverka.

Tabell 3: Sammanfattning av de barriärer som påverkar marknaden för alternativa termopapper utan bisfenol¹³.

Factors Determining the Rate of Innovation & Diffusion	Current Barriers
Political, Institutional and Legislative	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of consensus on BPA lifecycle hazards - Lack of legislation prohibiting the use of BPA - Environmental pressures vary considerably according to the geographical location of a firm's activity - The "grandfathering" of existing products - Existing supply chain relationships and technology
Economic	<ul style="list-style-type: none"> - Commitment to new investment by manufacturers - High barriers to entry for new players - A BPA replacement programme requires action by the whole supply chain - Lack of clear, attractive demand - Historic overcapacity and low profitability - Limited number of BPA-free vendors and lack of market push towards bisphenol free paper.
Technical	<ul style="list-style-type: none"> - There are a large variety of thermal paper types for which the new chemical must meet performance requirements - Testing required to ensure compatibility with printing devices, inks, etc.

3.2 Patentgenomgång

Patentgenomgången har bland annat utförts genom sökning på Patent- och registreringsverkets databas esp@cenet¹ med sökord som *thermal paper*, *thermosensitive recording media*, kombinerat med kända tillverkarnamn samt *developer*, *bisphenolfree*, *environment* och *health*. Syftet var dels att få en överblick över de kemikalier som används i termopapper och dels att hitta de som verkar för ett miljömässigt eller hälsomässigt bättre alternativ.

Det finns ett stort antal patent och patentansökningar som rör termopapper. De innehas av Appleton Paper Inc., Kanzan Spezialpapiere GMBH, Nashua Corp, Ricoh KK, August Koehler Papierfab., Mitsubishi Hitec Paper, Kururay Co, Yamoto Chemicals Inc. med flera. Huvuddelen av de nya ansökningarna är av asiatiskt ursprung.

Kvaliteten hos utskriften av ett termopapper påverkas av fukt, värme, solljus, fett, lösningsmedel och mjukgörare. Syftet med patenten är som följd av detta att huvudsakligen förbättra papprets prestanda genom att eftersträva ett tåligare papper, ett mer arkivbeständigt papper eller ett med bättre teckenupplösning och mindre skrivaravlagringar. Ingen av patentansökningarna visar på en strävan efter ett mer miljömässigt bättre alternativ!

I samband med marknadsanalysen har det framgått från återförsäljarkontakter att det är svårt att spegla verkligheten utifrån patenten. Tillverkningsmetoder från utgångna patent används av andra varvid innehållet i ett termopapper från en leverantör kan förändras med tiden.

Ett termopapper består förutom av själva papperskärnan av ett färgbildande ämne, en framkallare, ett känslighetshöjande ämne (sensitizer), bindemedel och pigment. I patentbeskrivningarna räknas över hundra^{14,15} tekniskt möjliga framkallare upp, men endast ett fåtal lyfts fram i redovisade exempel så som bisfenol A, bisfenol S, NY-DS (4-hydroxy-4'-isopropoxydifenylsulfon) och Pergafast¹⁵. Färgbildande ämnen är vanligen fluoraner, ca 15 stycken nämns i patenten. Antal "sensitizers" är betydligt fler och varierande och runt 50 olika nämns. Exempel på några av dessa kemikalier som nämns i patentbeskrivningar redovisas i Tabell 4.

Förutom framkallarna finns det anledning att undersöka riskerna med de andra ingående kemikalierna. Flertalet färgbildare är fluoraner och exempelvis ODB-2 är klassad som H412 dvs kan ge långtidseffekter för vattenlevande organismer. Sensitizer JKY-120 är klassad som H413 dvs kan ge skadliga långtidseffekter på vattenlevande organismer.

En lista över alternativa framkallare inklusive strukturformler finns som bilaga 1 sist i den här rapporten.

¹ Patent- och registreringsverket, Databas esp@cenet, <http://se.espacenet.com/>

Tabell 4: Exempel på vanliga kemikalier i termopapper enligt patentbeskrivningar

Funktion	Kommersiellt namn	CAS #	Kemiskt namn
Färgbildare	S205		3-N-etyl-N-isopentylamino)-6-metyl-7-anilinofluoran
Färgbildare (H412) ^x	ODB-2	89331-94-2	3-dibutylamino-6-metyl-7-anilinofluoran
Färgbildare	ODB-7		3-dietyl-amino)-6-metyl-7-3-metylfenylamino)fluoran
Färgbildare	Pergascript Blue I 2R	1552-42-7	6-Dimethylamino-3,3-bis(4-dimethylaminophenyl)phthalide
Framkallare	Bisfenol A	80-05-7	2,2-bis(p-hydroxifenyl)propan
Framkallare	Bisfenol S	80-09-1	4-hydroxifenylsulfon
Framkallare (H411) ^{xi}	D8	95235-30-6	4-hydroxyfenyl-4-isoprooxyfenylsulfon
Framkallare	Pergafast 201	232938-43-1	N-(p-toluensulfonyl)-N'-(3-p-toulensulfonyloxyfenylurea)
Framkallare	NY-DS		4-hydroxy-4'-isopropoxydifenylsulfon
Framkallare	BTUM	151882-81-4	4,4'-bis(N-karbamoyl-4-metylbenzensulfonamid)difenylmetan
Framkallare/stabilizer	Urea-uretan förening	321860-75-7	(5)
“sensitizer”	DMT	120-61-6	dimetyltereftalat
“sensitizer”	BNE		benzylnaftyleter
“sensitizer”	StSA	124-26-5	stearinsyraamid
“sensitizer”	Pergaspeed		
“sensitizer” (H413) ^{xii}	JKY-120	51601-57-1	4-(4-tolyloxy)bifenyl
Bindemedel	PVA, PVOH		Polyvinylalkohol (finns även diacetonmodifierad ¹⁶)
Bindemedel	EVOH		Etylen vinyl alkohol sampolymer
Bindemedel	HEC		hydroxyetylcellulosa
Bindemedel	starch		

^x Skadliga långtidseffekter för vattenlevande organismer.^{xi} Giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter.^{xii} Kan ge skadliga långtidseffekter på vattenlevande organismer.

4 Riskbedömning av alternativ

4.1 Vad innehåller termopapper utan bisfenol A

Vi har på olika sätt försökt att erhålla information om vilka kemikalier som används som framkallare i termopapper i stället för bisfenol A utan att komma ända fram! Men vi har kommit en bit på vägen genom att pussla med de ledtrådar som vi fått när vi sökt information på följande sätt:

Den marknadsanalys¹³ som utförts har utifrån kontakter med termopapperstillverkare och konverterare/återförsäljare givit en tydlig bild av tre typer av termopapper:

1. Vanligt lågpris termopapper där det är bisfenol A som används som framkallare.
2. Alternativt bisfenol A-fritt termopapper som är något dyrare där det i stället är bisfenol S som används.
3. Så kallade premium papper som är arkivbeständiga och ungefär dubbelt så dyra där varken bisfenol A eller bisfenol S används.

Tyvärr vill ingen tillverkare gå ut offentligt med information om vad det är för kemikalie som används som framkallare i de arkivbeständiga pappren!

Den enda ledtråd som vi har fått från tillverkarna är en skriftlig försäkran från Mitsubishi Paper Mills Limited till Axfood från 2010-06-07, att produkten Thermoscript P5037 – BPA free, inte innehåller bisfenol. De anger att den reaktion som ger färgbildning baseras på NH-grupper i stället för fenoliska OH-grupper.

Patentgenomgången gav många uppslag på vilka typer av kemikalier som kan användas som framkallare. Men det fanns ingen möjlighet att koppla någon kemikalie till en viss tillverkare av termopapper.

US EPAs avdelning för Design for the Environment (DfE) har startat *BPA Alternatives in Thermal Paper Partnership*^{xiii} med deltagare från de stora papperstillverkarna, kemikalieproducenterna, konverterare, NGOs och olika myndigheter. Deras mål är att utifrån information och kunskap från företagen identifiera alternativa framkallare och göra riskutvärdering för dessa. Till dags dato har DfE sammanställt en lista (bilaga 1) med 18 möjliga alternativ till bisfenol A och har bedömt tillgänglighet för toxicitetsdata men inte utfört riskbedömningar ännu.

Om vi i vårt resonemang utgår från DfEs lista med 18 alternativ så anges att 13 av dessa används i dagsläget. Av dessa är 8 st någon form av bisfenol, 2 st är fenoler och 3 st är urea-baserade (-NH) ämnen. Då Mitsubishi är medlem i DfEs termopapperinitiativ borde de ha anmält sin alternativa framkallare till denna listan. Eftersom Mitsubishi också anger att färgbildningen baseras på NH-grupper bör det i så fall vara frågan om någon av de tre urea-baserade ämnena som finns på listan;

- Pergafast 201 (cas nr. 232938-43-1)
- BTUM (cas nr. 151882-81-4)
- Urea Urethane Compound. (cas nr. 321860-75-7)

^{xiii} US EPA, Design For the Environment, BPA Alternatives in Thermal Paper Partnership, <http://www.epa.gov/dfepubs/projects/bpa/index.htm> (2011-02-03)

När vi söker på Internet med sökorden *Pergafast, developer* och "*thermal paper*" ger det många träffar, några av dessa är till BASF som tillverkar, marknadsför och säljer Pergafast 201 tillsammans med färgen Pergascript och sensitizer Pergaspeed. En liknande sökning för *Urea Urethane Compound* ger endast en träff kopplat till ett företag, en årsrapport från Asahi Kasei 2001 där de anger att de har tagit fram en bra framkallare. Ingen annan marknadsföring eller försäljning har hittats! Sökning på BTUM genererar endast några patent där BTUM listas som ett möjligt alternativ tillsammans med många andra kemikalier!

Slutsatsen av detta är att mycket talar för att när Mitsubishi säger sig använda en framkallare med NH-grupper är det troligt att det är frågan om Pergafast 201, då den kemikalien finns på DfEs lista, är urea-baserad och är den enda av de tre som marknadsförs tydligt som en framkallare till termopapper! Eftersom vi inte är med säkerhet vet att så är fallet så kommer riskbedömningen nedan att utföras på alla de tre urea-baserade substanserna samt bisfenol S och andra bisfenolbaserade alternativ.

4.2 *Bisfenol S och andra bisfenolbaserade alternativ*

Bisfenol S, det substitut som används i bisfenol A-fritt termopapper idag, är inte alls lika väl undersökt som bisfenol A. Det finns dock några studier som jämför endokrina egenskaper hos bisfenol S med bisfenol A. En studie finner att bisfenol S liksom bisfenol A är potenta anti-androgener¹⁷ och två studier visar att bisfenol S har östrogen aktivitet^{18,19}, dock något lägre än bisfenol A. När det gäller nedbrytbarhet i miljön så bryts bisfenol S ned långsammare än bisfenol A både i sötvatten²⁰ och i saltvatten²¹, men har visat likvärdig nedbrytbarhet i anaerob miljö²⁰. Eftersom bisfenol S har visat likvärdiga endokrina egenskaper som bisfenol A och att bisfenol S är mer svårnedbrytbar, så är vår bedömning att bisfenol S inte är ett bra substitut till bisfenol A!

DfE listar en rad andra alternativa bisfenoler utöver bisfenol S. Eftersom dessa substanser är strukturellt lika bisfenol A finns det därmed även risk för likvärdiga negativa egenskaper. När det gäller endokrina egenskaper har undersökningar visat att östrogen aktivitet^{18,22} samt även anti androgen aktivitet¹⁷ är gemensamma egenskaper bland många bisfenoler. Om vi beaktar dessa egenskaper tillsammans med att substansernas toxicitet generellt är dåligt kartlagd, så anser vi att hela ämnesgruppen bisfenoler tillsvidare bör betraktas som likvärdiga med bisfenol A. Åtminstone till dess bevis finns att enstaka kemikalier inom gruppen tydligt avviker från detta antagande! Så av denna anledning är ingen av de listade bisfenolerna på DfAs alternativlista något bra substitut till bisfenol A!

4.3 Ureabaserade alternativ

De tre ureabaserade alternativen som har identifierats av Design for the Environment's *BPA Alternatives in Thermal Paper Partnership* är Pergafast 201, BTUM och ett *Urea Urethane Compound*. Dessa substanser riskbedöms var för sig nedan.

Pergafast 201

Pergafast 201 tillverkades tidigare av Ciba Specialty Chemicals som 2009 köptes upp av kemiföretaget BASF vilka därefter tillverkar och marknadsför produkten under eget namn^{xiv}. Inom EU är Pergafast 201 klassificerad som miljöfarlig med riskfrasen R51/53; *Giftigt för vattenlevande organismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön* och enligt det internationella systemet GHS som H411; *Giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter*². R51 indikerar att substansen är giftig dvs har ett EC₅₀ mellan 1-10 mg/l, och R53 indikerar att substansen är svårnedbrytbar och/eller bioackumulerande. För att bedöma risker med Pergafast 201 är det viktigt att veta om substansen är enbart svårnedbrytbar eller bioackumulerande eller om den är både och!

Det finns inte mycket toxicitetsdata i officiella databaser som kan komplettera och förtydliga klassificeringen ovan. En källa som finns att tillgå är en riskutvärdering utförd av Australiska myndigheter 2004 för användningen av Pergafast 201 som framkallare i termopapper²³. Data från denna rapport visar att substansen inte är lätt nedbrytbar i vattenmiljö enligt OECD 301F men är potentiellt (inherent) nedbrytbar, 73% efter 28 dagar. När det gäller bioackumulation så redovisas ett uppmätt log K_{ow} på 2,6 och ett beräknat BCF på 30. I Prevents databas Kemiska Ämnen^{xv} anges ett beräknat log K_{ow} på 4,8 och BCF på 57.

Summering av data ovan visar att Pergafast 201 varken är potentiellt PBT (persistent, bioackumulerande, toxiskt) eller potentiellt vPvB (mycket persistent, mycket bioackumulerande) enligt REACH²⁴ och därmed inte ett utfasnings- eller prioriterat riskminskningsämne enligt Kemikalieinspektionen^{xvi}. Men eftersom Pergafast 201 är klassificerat som miljöfarligt, inte är lätt nedbrytbart och åtminstone en källa anger ett högt log K_{ow} så bör användningen och avfallshantering ske på ett sätt som minimerar flödet ut i miljön!

När det gäller negativa effekter på människors hälsa så är Pergafast 201 inte undersökt i samma omfattande utsträckning som bisfenol A. Klassificeringen av substansen² indikerar inga humantoxiska egenskaper och i den Australiska riskbedömningen²³ redovisas data för toxicitet (oral, dermal, inhalering), irritation (hud, ögon), allergi och mutagenicitet med värden som inte heller ger upphov till någon klassificering.

^{xiv} Pergafast – Color developer for non-economy grades of thermal paper
<http://www.basf.com/group/corporate/en/brand/PERGAFAST> (2011-04-11)

^{xv} Kemiska Ämnen Prevent: <http://kemi.prevent.se/> (2011-03-04)

^{xvi} Kemikalieinspektionens prioriteringsguide PRIO http://www.kemi.se/templates/PRIOframes_4045.aspx (2011-04-12)

Det finns dock ett sammandrag^{xvii} av ett screening-test för reproduktionstoxicitet (OECD 421) inskickat av BASF till US-EPA som redovisar effekter av 0, 50, 100 och 200 mg/kg/dag av Pergafast 201 på råttor. Resultatet visar opåverkad reproduktion och överlevnad för avkommor vid alla koncentrationer, men den högsta dosen 200 mg/kg/dag gav påverkan på lever och njurar hos de vuxna djuren samt lägre kroppsvikt hos avkommorna. Denna standard OECD 421²⁵ är en vägledande screening-studie med syftet att ge indikation och vägledning om fortsatta studier behövs och då vilken typ av studie som är lämplig. Trots att OECD 421 endast är en vägledande metod och trots att dessa uppgifter kommer från ett kort sammandrag, kan vi ändå göra antagandet att ett NOEL (no observable effect level) för utvecklingstoxicitet kan ligga runt 50 mg/kg/dag baserat på den lägre kroppsvikten hos avkommor vid 200 mg/kg/d. Denna nivå är likvärdig med de NOEL som tagits fram i *high dose*-studier⁶ av bisfenol A men är ändå många gånger högre än de NOEL från *low dose*-studier.

Är då Pergafast 201 ett bra substitut till bisfenol A i termopapperskvitton? Denna frågeställning har två delar, miljöfarlighet och hälsofarlighet:

Pergafast 201 har sämre egenskaper när det gäller yttre miljön än vad bisfenol A har. Pergafast 201 är svårnedbrytbar och giftig för vattenlevande organismer (R51/53) emedan bisfenol A endast är skadlig för vattenlevande organismer (R52). Om denna skillnad är relevant för miljörisken beror på hur den yttre miljön exponeras för den framkallare som finns på termopappret. Vi har den uppfattningen att den dominerande slutfasen i termopapprets livscykel är som avfall i form av deponi, förbränning eller pappersåtervinning. Den andel av kemikalier från använt termopapper som når naturen är därför troligtvis marginell, vilket gör att Pergafast 201 som framkallare inte utgör någon större miljörisk än bisfenol A.

När det gäller hälsofarlighet så är Pergafast 201 inte klassad som hälsofarlig men bisfenol A är klassad som reproduktionstoxisk. Men det finns data från åtminstone en screening-test för Pergafast 201 som indikerar att substansen kan ha reproduktionstoxiska egenskaper vilket är en varningsflagga för att fördjupande studier kan behövas. Om vi spekulerar att framtida studier bekräftar den NOEL som screening-testet antyder, så är det ändå en nivå som är många gånger högre än de koncentrationer bisfenol A har visat sig vara toxiska vid i de *low dose*-studier som finns! Om vi utgår från de data vi idag har för Pergafast 201 och vi till skillnad mot de statliga riskutvärderingarna tar hänsyn till de *low dose*-studierna som finns, så utgör bisfenol A en större risk för människors hälsa än vad Pergafast 201 utgör!

Pergafast 201 bör testas ytterligare för att bekräfta eller avfärda risken för reproduktionstoxiska egenskaper. Men utifrån de data vi har haft tillgång till, anser vi att Pergafast 201 är ett bättre alternativ än bisfenol A som framkallare i termopapper!

^{xvii} US EPA Notice in accordance with section 8(e); Pergafast 201, http://www.epa.gov/oppt/tsca8e/pubs/8ehq/2011/jan11/8ehq_0111_18240a.pdf (2011-03-03)

BTUM

Knappt någon generell information alls finns att tillgå för substansen BTUM. Vi har inte hittat något företag som marknadsför substansen som framkallare! De sökningar vi gjort genererar endast några patent där BTUM listas som ett möjligt alternativ tillsammans med många andra kemikalier.

Inom EU är BTUM klassificerad som Hälsoskadlig med riskfrasen R40 och H351; *Misstänks kunna ge cancer*². I övrigt har vi inte kunna finna några ytterligare data som beskriver substansens miljö- eller hälsofarlighet. Även om de är troligt att de koncentrationer som ger en cancerrisk är högre än vad som är fallet för bisfenol As *low dose*-studier så gör kombinationen av minimalt med data och klassificeringen *misstänks kunna ge cancer* att BTUM inte kan anses som ett bra substitut till bisfenol A!

Urea Urethane compound

Mycket lite information finns att tillgå för *Urea Urethane Compound*. Det enda vi funnit är en koppling till företaget Asahi Kasei som i sin årsrapport år 2001 anger att de har tagit fram en bra framkallare. Ingen annan marknadsföring eller försäljning har hittats! Substansen finns inte heller klassificerad på något sätt och inga toxicitetsdata har funnits att tillgå. Så utifrån brist på data så kan inte *Urea Urethane Compound* anses som ett lämpligt substitut till bisfenol A!

5 Slutsats och rekommendationer

Det som har blivit mycket tydligt under arbetet är att som liten aktör kommer det inom den närmsta framtiden vara mycket svårt att få kunskap om vad de bifenolfria termopappren egentligen innehåller. Länstrafiken Jämtland är för små och till och med de stora livsmedelskedjorna är för små för att utgöra en tillräcklig stor köpkraft som kan ställa krav på fullständig information.

I detta projekt hade vi som målsättning att identifiera alternativa framkallare och göra en riskbedömning av dessa, i syftet att verifiera att Länstrafiken verkligen hade bytt till ett bättre alternativ. Detta mål har vi inte lyckats nå eftersom innehållet inte har kunnat identifieras. Men vi har bedömt några av de möjliga och rimliga alternativ som finns.

Utbudet av alternativa framkallare domineras tyvärr av ett stort antal andra bisfenoler däribland bisfenol S. Denna grupp av bisfenoler har vi bedömt vara lika ofördelaktiga som bisfenol A. Slutsatsen är därför att undvika termopapper som marknadsförs som fria från bisfenol A, BPA-fria eller BPA-free, eftersom framkallaren i dessa är bisfenol S!

Det kvittopapper som Länstrafiken använder i dagsläget är ett bisfenolfritt papper som varken innehåller bisfenol A eller bisfenol S. I stället är det troligtvis frågan om någon typ av urea-baserad framkallare. Av tre aktuella urea-baserade framkallare har vi utifrån tillgänglig data identifierat framkallaren Pergafast 201 som är ett bättre alternativ än bisfenol A! Utifrån olika ledtrådar har vi även resonerat oss fram till att just Pergafast 201 kan vara den framkallare som Mitsubishi använder i sina bifenolfria kvitton. Eftersom Pergafast 201 kommer från en stor tillverkare är det också möjligt att tillverkaren av Länstrafikens nuvarande biljettpapper, Jujo Thermal, också använder denna kemikalie. Om detta resonemang visar sig stämma så är det i så fall Pergafast 201 som finns i de biljetter som Länstrafiken använder idag!

Marknadskartläggningen har identifierat de tre konverterare/återförsäljare som tillsammans kan leverera bisfenolfritt papper från alla de aktuella stora tillverkarna, däribland både Mitsubishi och Jujo Thermal.

Vi rekommenderar därför Länstrafiken att fortsätta efterfråga och köpa bisfenolfritt papper, så kallat premium papper, från till exempel Jujo Thermal, eftersom det är sannolikt att framkallaren är Pergafast 201 vilket är ett bättre alternativ än både bisfenol A och bisfenol S.

6 Fortsatt arbete

Här följer några tankar om hur vidare arbete kan fortsätta för att fasa ut bisfenol A från termopapper, identifiera och riskbedöma alternativa framkallare samt lyfta fram de alternativ som är bra. Från Jegreliusinstitutets sida med förhoppning på fortsatt samarbete med Länstrafiken eller andra aktörer:

- Det fortsatta behovet är först och främst att identifiera de alternativa kemikalierna som används men även att se till att de är tillräckligt undersökta (för att riskbedömas och användas).
- På lång sikt är det önskvärt att tillverkarna redan i sitt utvecklingsarbete integrera miljö- och hälsoaspekter parallellt med funktion och kostnad.
- Ett sätt att öka möjligheten att få tillverkarna villiga att lämna ut den kemiska sammansättningen i produkterna är att samla en grupp företag med tillräckligt stor köpkraft. Vad som är tillräckligt stort är svårt att veta. Vi vet att åtminstone IKEA har tillräckligt stor köpkraft eftersom de har fått sin tillverkare att under hårda krav på sekretess avslöja innehållet. IKEA har därefter riskbedömt framkallaren internt och kommit fram till att det är ett bättre alternativ än bisfenol. IKEA kan av sekretessskäl inte avslöja innehållet och de har som policy att inte namnge sina leverantörer.
- Ett annat tänkbart sätt att påverka utvecklingen i Sverige vore att arbeta för att termopapper bör definieras som en kemisk produkt. Lagstiftning som rör kemiska produkter kräver nämligen redovisning av farliga ämnen och märkning vilket ökar transparensen. Som exempel skulle kvitton med 1-3 % bisfenol A då behöva märkas *Irriterande* med Andreaskors och riskfrasen R43 *Kan ge allergi vid hudkontakt*.
- Det är även möjligt att utföra kemiska analyser för att identifiera vilken av de tre urea-baserade ämnena som används som framkallare.
- Vi kommer med stort intresse fortsätta att bevaka och ta del av det arbete som US EPA DfE *BPA Alternatives in Thermal Paper Partnership*^{xviii} kommer fram till i kommande riskbedömning av identifierade alternativa substanser!

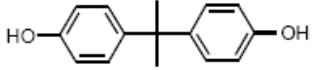
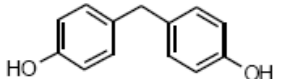
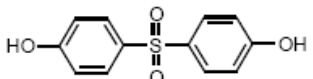
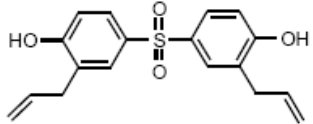
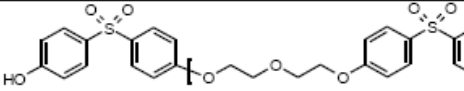
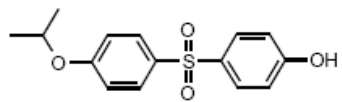
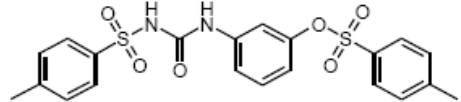
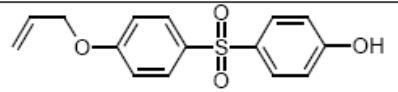
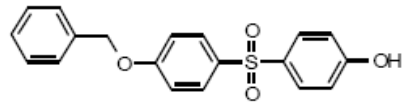
^{xviii} US EPA, Design For the Environment, BPA Alternatives in Thermal Paper Partnership, <http://www.epa.gov/dfepubs/projects/bpa/index.htm> (2011-02-03)

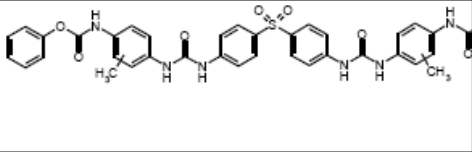
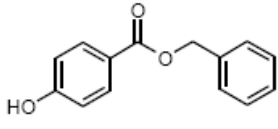
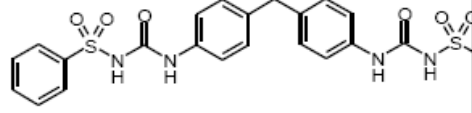
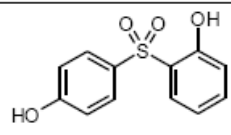
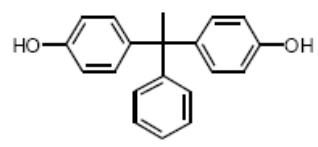
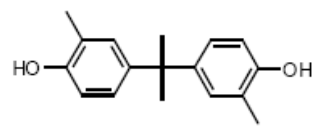
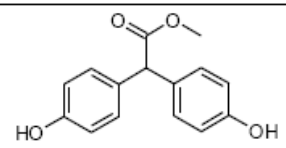
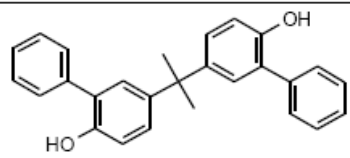
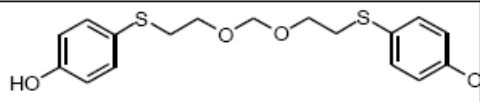
7 Referenser

- ¹ European Chemicals Bureau. 2008. Updated European Risk Assessment Report of 4,4'-isopropylidenediphenol (Bisfenol A).
- ² Annex VI to Regulation (EC) No 1272/2008
- ³ Brendan Borrell (2010) The big test for bisphenol A, *Nature*, 464, 1122-1124
- ⁴ Vom Saal et al. (2007) Chapel Hill bisphenol A expert panel consensus statement, *Reproductive Toxicology* 24 131–138
- ⁵ Beronius et al. (2009) Risk to all or none? A comparative analysis of controversies in the health risk assessment of Bisphenol A, *Reproductive Toxicology*, 29, 132-146
- ⁶ Tyl et al. (2002) Three generation reproductive toxicity study of dietary bisphenol A in CD Sprague-Dawley rats, *Toxicology Science*, 68, 121-146
- ⁷ Vandenberg et al. (2009) Bisphenol A and the great divide: a review of controversies in the field of endocrine disruption, *Endocrine Reviews*, 30, 75-95
- ⁸ Welshons W. V. et al. (2003) Large effects from small exposures. I. Mechanisms for endocrine-disrupting chemicals with estrogenic activity, *Environmental Health Perspectives* 111, 994-1006.
- ⁹ Wozniak et al. (2005) Xenoestrogens at picomolar to nanomolar concentrations trigger membrane estrogen receptor- α -mediated Ca²⁺ fluxes and prolactin release in GH3/B6 pituitary tumor cells, *Environmental Health Perspectives* 113, 431-439
- ¹⁰ Brendan Borrell 2010, The big test for bisphenol A, *Nature*, 464, 1122-1124
- ¹¹ European Environment Agency (2001), Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000, *Environmental issue report* No 22
- ¹² Gee D. (2006) Late lessons from early warnings: Toward realism and precaution with endocrine-disrupting substances, *Environmental Health Perspectives*, 114, 152-160
- ¹³ Justin Jeffs (2011) Market Analysis, Bisfenolfria biljetter – Länstrafiken Jämtland, 27th March 2011
- ¹⁴ US 2004/0171486 A1 Method of manufacturing heat sensitive recording material and heat sensitive recording material, Makitalo et al
- ¹⁵ WO 03/031194 A1 Heat Sensitive recording material, Mäkitalo, Jujo Thermal Oy
- ¹⁶ US 2011/0028317 A1 Termosensitive recording material, Mitsubishi HiTec Paper

-
- ¹⁷ Kitamura et al. (2005) Comparative study of the endocrine-disrupting activity of Bisphenol and 19 related compounds, *Toxicology Science*, 84, 249-259
- ¹⁸ Chen et al. (2002) Acute toxicity, mutagenicity and estrogenicity of Bisphenol A and other bisphenols, *Environmental Toxicology*, 17, 80-86
- ¹⁹ Kuruto-Niwa et al. (2005) Estrogenic activity of alkylphenols, bisphenol S and their chlorinated derivatives using a GFP expression system, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 19, 121-130
- ²⁰ Ike et al. (2006) Biodegradation of a variety of bisphenols under aerobic and anaerobic conditions, *Water Science Technology*, 53, 153-159
- ²¹ Danzl et al. (2009) Biodegradation of Bisphenol A, Bisphenol F and Bisphenol S in seawater, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6, 1472-1484
- ²² Hashimoto et al. (2001) Measurement of estrogenic activity of chemicals for the development of new dental polymers, *Toxicology in Vitro*, 15, 421-425
- ²³ Department of Health and Ageing Australia (2004) National industrial chemicals notification and assessment scheme (NICNAS) Full public report: Pergafast 201
- ²⁴ ECHA (2008) Guidance on information requirements and chemical safety assessment, Chapter R.11: PBT Assessment
- ²⁵ OECD (1995) OECD 421: Guidelines for testing of chemicals
Reproduction/Developmental Toxicity Screening Test

Bilaga 1

List of Known or Expected Functional BPA Alternatives for Use in Thermal Paper to be Evaluated in the DfE Alternatives Assessment November 2010				
CAS #	Chemical Name	Common Name	Molecular Formula	Structure
80-05-7	2,2-bis(p-hydroxyphenyl)propane	Bisphenol A	$C_{15}H_{17}O_2$	
620-92-8	Bis(4-hydroxyphenyl)methane	Bisphenol F	$C_{13}H_{12}O_2$	
80-09-1	4-Hydroxyphenyl sulfone	Bisphenol S	$C_{12}H_{10}O_4S$	
41481-66-7	bis-(3-allyl-4-hydroxyphenyl) sulfone	TGSA	$C_{18}H_{18}O_4S$	
191680-83-8	4-[4'-[[1'-methylethoxy)phenyl]sulfonyl]phenol	D-90	N=2; $C_{44}H_{42}O_{14}S_3$	
95235-30-6	4-hydroxyphenyl 4-isopropoxyphenylsulfone	D-8	$C_{15}H_{16}O_4S$	
232938-43-1	N-(p-Toluenesulfonyl)-N'-(3-p-toluenesulfonyloxyphenyl) urea	Pergafast 201	$C_{21}H_{20}N_2O_6S_2$	
97042-18-7	Phenol,4-[[4-(2-propen-1-yloxy)phenyl]sulfonyl]-	BPS-MAE	$C_{14}H_{12}O_4S$	
63134-33-8	4-Hydroxy-4'-benzyloxydiphenylsulfone	BPS-MPE	$C_{19}H_{16}O_4S$	

321860-75-7	Urea Urethane Compound		$C_{42}H_{36}N_6O_8S$	
94-18-8	Benzyl 4-hydroxybenzoate	PHBB	$C_{14}H_{12}O_3$	
151882-81-4	4,4'-bis(<i>N</i> -carbamoyl-4-methylbenzenesulfonamide)diphenylmethane	BTUM	$C_{27}H_{24}N_4O_6S_2$	
5397-34-2	2,4'-Bis(hydroxyphenyl)sulfone		$C_{12}H_{10}O_4S$	
1571-75-1	4,4'-(1-Phenylethylidene)bisphenol	Bisphenol AP	$C_{20}H_{18}O_2$	
79-97-0	2,2'-Bis(4-hydroxy-3-methylphenyl)propane	Bisphenol C	$C_{17}H_{20}O_2$	
5129-00-0	Methyl bis(4-hydroxyphenyl)acetate	MBHA	$C_{15}H_{14}O_4$	
24038-68-4	4,4'-Isopropylidenebis(2-phenylpheno)	BisOPP-A	$C_{27}H_{24}O_2$	
93589-69-6	1,7-bis(4-Hydroxyphenylthio)-3,5-dioxaheptane		$C_{17}H_{20}O_4S_2$	
PROPRIETARY	PROPRIETARY	Substituted phenolic compound		

JEGRELIUS – INSTITUTET FÖR TILLÄMPAD GRÖN KEMI

Studiegången 3 • 831 40 Östersund
WWW.JEGRELIUS.SE

Vi är en utvecklingsenhet inom Regionförbundet Jämtlands län och sitter på Campus i Östersund.