

Udfasning af Lineære Alkylbenzen Sulfonater (LAS) i rengøringsmidler

Kim Rewitz, Claus Paaskesen og Bo Paaskesen
Respekt Danmark A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENDRAG	7
ENGLISH SUMMARY	9
1 INDLEDNING	11
2 MATERIALER OG METODE	13
3 RESULTATER	15
<i>Anioniske</i>	15
<i>Nonioniske</i>	15
<i>Kationiske</i>	15
<i>Amfotærer</i>	15
4 KONKLUSION	19
5 REFERENCER	21

Bilag A

1. Effektivitetstest Kalkfjerner
2. Effektivitetstest Vaske-plejesæbe
3. Effektivitetstest Opvaskemiddel til manuel brug
4. Effektivitetstest Flydende Krystalsæbe
5. Effektivitetstest Cremesæbe
6. Effektivitetstest Hårshampoo
7. Effektivitetstest Vinduesrens
8. Effektivitetstest Tæpperens
9. Effektivitetstest Alkalisk Sanitetsrens
10. Effektivitetstest Grundrens

Forord

Dette projektet er udarbejdet af Respekt Danmark ApS, med tilskud fra udviklingsordningen under program for renere produkter. Projektet er blevet til på baggrund af de senere års debat om Lineære Alkylbenzen Sulfonaters (LAS) miljøpåvirkninger, og omfatter både en teoretisk og en empirisk del.

Respekt Danmark ApS er et mindre dansk selskab, der siden 1964 har fremstillet rengøringsmidler til det industrielle marked. Igennem de seneste 5 år har Respekt Danmark ApS, med tilskud fra udviklingsordningen, indledt en aktiv indsats for at forbedre rengøringsmidler i forhold til miljøet, bl.a. med udvikling af mange svanemærkede produkter.

Respekt Danmark ApS, der i øjeblikket er i gang med at blive ISO 14001-miljøcertificeret, arbejder efter mottoet: Effektive rengøringsmidler, der skåner miljøet.

Projektet er udarbejdet af Kim Rewitz, Claus Paaskesen og Bo Paaskesen, Respekt Danmark ApS.

Sammendrag

Lineære Alkylbenzen Sulfonater (LAS) er de mest anvendte tensider i vaske- og rengøringsmidler. På trods af en effektiv separation på rensningsanlæggene, er der 0,02 – 0,9 mg LAS l⁻¹ i det spildevand som udledes i vandmiljøet (Berna et al. 1989; Berna et al. 1991). LAS er svært nedbrydelige under anaerobe forhold og kan akkumuleres i marine systemer. Specielt i estuarine og kystnære områder er der observeret LAS-koncentrationer, der kan hæmme væksten og udviklingen af marine organismer (Christensen et al. 1998; Hansen et al. 1997; Kimerle 1989). LAS er nu på miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer, i gruppen anaerobt ikke nedbrydelige stoffer.

Projektets formål var at substituere LAS med mindre miljøbelastende tensider i ti rengøringsmidler, uden at reducere produkternes rengøringseffekt. Først blev der foretaget en generel miljøvurdering mht. tensidernes nedbrydelighed, økotoksicitet og bioakkumuleringspotentiale. Miljøvurderingen omfattede både anioniske, nonioniske og amfotære tensider og viste, at tensider generelt er let aerobt nedbrydelige og relativt giftige for akvatiske organismer. I udvælgelsen af mindre miljøbelastende alternativer til LAS, er det derfor hensigtsmæssigt at fokusere på om tensiderne nedbrydes ved anaerobe forhold og om de er potentiel bioakkumulerende. På baggrund af en vurdering af tensidernes miljø og funktionelle egenskaber blev natriumlaurylathersulfat, natriumlaurylsulfat og fedtalkoholethoxylat udvalgt til at substituere LAS. I modsætning til LAS er alle substitutionstensiderne anaerobt nedbrydelige.

Derefter fulgte udviklingen af LAS-frie produkter, hvor Respekt Danmark ApS udviklede ti LAS-frie produkter. Der var på forhånd kendskab til substitutionstensidernes fysiske/kemiske egenskaber, hvilket var en fordel under selve udviklingsarbejdet. For at reducere aktivindholdet blev forholdet mellem mængden af tensid(er) og rengøringseffekten optimeret. LAS-frie produkter blev effektivitetstestet ved laboratorie- og forbrugertests. Testene blev udført enten i henhold til egne standarder med de oprindelige LAS-holdige produkter som referencer, eller ifølge kriterierne for det nordiske miljømærke "Svanen". Alle LAS-frie produkter har en effektivitet svarende til de oprindelige LAS-holdige produkter eller lever op til effektivitetskravene for nordisk miljømærkning.

Ud fra dette kan det konkluderes, at LAS kan substitueres med anaerobt nedbrydelige tensider i vaske- og rengøringsmidler, uden at nedsætte produkternes rengøringseffekt.

English Summary

Linear Alkylbenzene Sulphonates (LAS) are the most extensive used anionic detergents in cleansing agents. Despite the high separation efficiency in sewage treatment plants LAS outlet concentrations are in the range 0,02 – 0,9 mg LAS l⁻¹ (Berna et al. 1989; Berna et al. 1991). LAS are only slowly degradable in anoxic environments and may become concentrated in marine environment. In estuaries and near-shore marine waters, LAS has been found in concentrations that affect normal growth and development of marine organisms (Christensen et al. 1998; Hansen et al. 1997; Kimerle 1989s. LAS are now on the Danish Environmental Protection Agency's list of undesirable substances in the group of non-anaerobic degradable substances.

The purpose of this study was to substitute LAS with alternative detergents with better environmental properties in ten cleansing agents without reducing the quality of these products. To select for detergents suitable as substitutes for LAS the environmental properties of various detergents were elucidated. Initially a number of anionic, nonionic and amphoteric detergents were considered with respects to their environmental properties. The ecological risk assessment of numerous detergents revealed that most detergents are readily degradable in aerobic environments and relatively toxic to aquatic organisms. Thus, when selecting detergents for substituting LAS it is important to concentrate on the anaerobic degradability and bioaccumulation potential of the detergents. Natriumlaurylethersulphate, natriumlaurylsulphate and fatty alcoholethoxylate revealed to be suitable as substitutes for LAS. These detergents possessed the desirable environmental and functional properties. In contrast, to LAS all three substitution detergents were anaerobic degradable.

From these three detergents Respekt Danmark ApS developed ten LAS-free products. Previous experiences with all three detergents turned out to be an advantage during development of the LAS-free products. The relationship between the amount of the detergent and the efficiency of the products were optimised to reduce the active content in the products. Subsequent laboratory and user reports demonstrated a satisfactory degree of efficiency of all new LAS-free products. Test were conducted either with original LAS-containing products as references or according to the standards of "Ecolabeling Denmark".

In conclusion, this study shows that it is possible to substitute LAS with anaerobic degradable detergents without reducing the efficiency of the products.

1 Indledning

Lineære Alkylbenzen Sulfonater (LAS) er de mest anvendte anioniske tensider i vaske- og rengøringsmidler. Selvom LAS nedbrydes effektivt i rensningsanlæg, er der stadigvæk 0,02 – 0,9 mg LAS l⁻¹ i det spildevand som udledes i vandmiljøet (Berna et al. 1989; Berna et al. 1991). LAS nedbrydes kun langsomt under anaerobe forhold og kan akkumuleres i estuarine og kystnære områder, som er recipienter for spildevandsudledninger, og hvor mængden af ilt kan være periodisk begrænset (Chen et al. 1992; Conti 1987; Madsen et al. 2001). Der er observeret koncentrationer af LAS i akvatiske miljøer (>1 mg LAS l⁻¹), der har fysiologiske og økotoxikologiske effekter på marine organismer (Kimerle 1989; Hansen et al. 1997; Christensen et al. 1998). LAS er nu på miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer, i gruppen anaerobt ikke nedbrydelige stoffer.

Tensider inddeles typisk i fire grupper, anioniske, nonioniske, kationiske og amfoterer, afhængigt af deres kemiske struktur og egenskaber. Udfra tensidernes kemiske struktur og deres funktionelle grupper, er det ofte muligt at vurdere tensidernes økotoxicitet og nedbrydelighed (Grüttner & Jacobsen 1994; Gustavson 1994). Størstedelen af de tensider der anvendes i vaske- og rengøringsmidler er som LAS, er let aerobt nedbrydelige og relativt toksiske for akvatiske organismer (Madsen et al. 2001). I udviklingen af mindre miljøskadelige rengøringsmidler, bør der derfor fokuseres på tensidernes anaerobe nedbrydelighed samt potentielle bioakkumulerbarhed. Det er endvidere vigtigt at se på nedbrydningsprodukterne, idet de kan være mere toksiske og svært nedbrydelige.

Respekt Danmark ApS's miljøpolitik er at "vi vil producere effektive rengøringsmidler der skåner miljøet". Formålet med dette projekt var derfor at substituere LAS med mindre miljøbelastende tensider i ti rengøringsmidler uden at forringe effektiviteten af produkterne. Vi fandt det derfor hensigtsmæssigt at foretage en miljøvurdering af LAS og en række andre tensider for at kunne lave en komparativ analyse af tensidernes miljøegenskaber og derfra at vælge de mindst miljøbelastende tensider. Resultatet af dette skulle være udviklingen af en række mindre miljøbelastende rengøringsmidler med en effektivitet svarende til de oprindelige LAS-holdige. Fire af de ti produkter skulle endvidere have det nordiske miljømærke "Svanen".

2 Materialer og Metode

I den første fase blev en række tensiders miljøegenskaber vurderet på baggrund af litteraturstudier og leverandøroplysninger. Parametre som tensidernes bionedbrydelighed, økotoxicitet, potentielle bioakkumulerbarhed og evne til at danne toksiske eller persistente nedbrydningsprodukter blev vurderet. Tensider mere end 60% målt som CO_2/BOD eller 70% målt som DOC nedbrydelige inden for 28 dage blev klassificeret som let aerobt nedbrydelige. Den anaerobe nedbrydelighed blev vurderet ud fra rapporter og nordisk miljømærknings "Kemikalieliste". Økotoxiciteten blev vurderet ud fra akutte toksitetsforsøg. Tensider med en bio-concentration factor (BCF) > 100 og/eller $\log k_{ow} > 3$ blev klassificeret som potentielt bioakkumulerende. Respekt Danmark ApS udvalgte derefter tensider med de ønskede miljø- og vaskeegenskaber til at substituere LAS.

I projektets anden fase, udviklingsfasen, blev LAS substitueret i ti produkter, med tensider udvalgt i fase ét. I de ti nedenstående produkter blev LAS substitueret med anaerobt nedbrydelige tensider.

1. Alkalisk Sanitetsrens
2. Cremesæbe
3. Flydende Krystalsæbe
4. Grundrens
5. Hårshampoo
6. Kalkfjerner
7. Opvaskemiddel til manuel brug
8. Tæpperens
9. Vaske-plejesæbe
10. Vinduesrens

Udviklingen foregik gennem en række forsøg, hvor LAS blev erstattet med et eller flere af substitutions-tensiderne. For at reducere aktivindholdet i produkterne og derved minimere udledningen af tensider blev mængden af tensider i forhold til rengøringseffekten optimeret. Rengøringseffekten af de LAS-frie produkter blev målt gennem egne laboratorietests og ved forbrugertests (Bilag 1-10). Egne laboratorietests blev udført, hvor LAS-frie produkter blev testet mod de originale produkter som referencer. For at sikre validiteten blev testene udført af flere uvildige personer efter fastsatte metoder. Forbrugertests blev foretaget ved at uddele vareprøver med tilhørende spørgeskema på de LAS-frie produkter til egen kundekreds. Forudsætningen var, at kunderne i forvejen havde længere tids kendskab til de oprindelige LAS-holdige produkter og derfor havde en baggrund for at vurdere effekten af de LAS-frie kontra de oprindelige produkter. Produkter udviklet med henblik på svanemærkning blev testet efter de metoder angivet i kriterierne for svanemærket. På baggrund af analyse af testresultaterne blev effektiviteten af LAS-holdige og LAS-frie produkter sammenlignet. Produkter testet efter svanemærkningskriterier blev kun godkendt såfremt de levede op til de af nordisk miljømærkning fastsatte kriterier.

3 Resultater

Miljøvurderingen omfattede anioniske, nonioniske, kationiske og amfotærer tensider og viste, at stoffers potentielle miljøpåvirkning afhænger af en række faktorer. Både økotoksiciteten og nedbrydningsraten er væsentlige faktorer, der tilsammen afgør, hvor længe stoffet er tilstede i miljøet og derfor er toksisk. Lineære kulstofkæder nedbrydes hurtigere i biologiske systemer end forgrenede. Desuden har længden af kulstofkæden betydning for økotoksiciteten, biotilgængeligheden og den potentielle bioakkumulerbarhed. Økotoksiciteten øges med en øget længde af kulstofkæden (Grüttner & Jacobsen 1994; Hampel et al. 2001; Lundahl & Carbridenc 1978). Ved adsorption af stoffet til partikulært materiale og opløst organisk materiale (DOM), sedimenteres stoffet. Herved reduceres biotilgængeligheden for pelagiske organismer (Gustavson et al. 1994). Det er desuden vigtigt at vurdere om stoffet bioakkumuleres, da dette kan have afgørende betydning på højere trofiske niveauer. Dette er alle faktorer, der bestemmer tensidets miljømæssige egenskaber (Damborg & Thygesen 1991).

Generelt er tensider relativt giftige for akvatiske organismer, og det er derfor vigtigt, at tensider er let nedbrydelige både aerobt og anaerobt og ikke er potentielt bioakkumulerende. På baggrund af dette blev nedenstående kriterier fastlagt for at selekttere de mindst miljøbelastende tensider. Substitutionstensiderne skulle opfylde alle nedenstående kriterier:

- Skal være let aerobt og anaerobt nedbrydelige
- Skal have lineære kulstofkæder
- Økotoksiciteten (L(E)C50) skal være $> 1 \text{ mg l}^{-1}$
- Må ikke være potentiel bioakkumulerende
- Må ikke danne persistente eller toksiske nedbrydningsprodukter

Tabel 2. Miljøvurdering af tensider. Nedbrydelig defineres som let aerobt og anaerobt nedbrydelig.

Tensid gruppe	Nedbrydelig	L(E)C50 $>1 \text{ mg l}^{-1}$	Bioakku- mulerende	Toksiske metaboliter
Anioniske				
Alkylsulfater (C ₁₂ - C ₁₈)	Ja	Ja	Nej	Nej
Alkylethersulfater (C ₁₂ - C ₁₅)	Ja	Ja	Nej	Nej
Nonioniske				
Fedtalkoholethoxylat (C ₉ - C ₁₁) (EO 6-9)	Ja	Ja	Nej	Nej
Kationiske				
Kvaternærkokos- alkylaminethoxylat	Ja/Nej	Ja/Nej	Nej	Nej
Amfotærer	Nej	Ja	Nej	Nej
Alkylaminopropionat				

I første omgang var resultatet en grov sortering af tensider, i egnede og ikke egnede til at erstatte LAS. Ifølge miljøkriterierne var, lineære alkylsulfater (C_{12} - C_{18}), lineære alkylethersulfater (C_{12} - C_{15}) og lineære fedtalkoholethoxylater (C_9 - C_{11}) med forskellige ethoxyleringsgrader (EO 6-9), egnede til at erstatte LAS (tabel 2).

Kationiske tensider var generelt uegnede, enten pga. af høj toksicitet eller for ringe nedbrydelighed. Det amfotære tensid alkylaminopropionat blev også vurderet og var funktionelt et godt alternativ til LAS, men var ikke let aerobt nedbrydelig og blev derfor fravalgt. Generelt er miljøoplysninger om amfotærer tensider relativt begrænsede sammenlignet med anioniske og nonioniske tensider.

Tre tensider blev i kraft af deres vaskeaktive- og miljømæssige egenskaber udvalgt til at erstatte LAS. Heraf var to anioniske (sulfater) og én nonionisk (ethoxylat) (tabel 3). Blandt natrium- og ammoniumsalte af alkylsulfater og alkylethersulfater blev ammoniumsalte fravalgt for at reducere kvælstofindholdet i produkterne. Tensiderne blev valgt først og fremmest på grund af deres miljøegenskaber, dernæst fordi der eksisterede et kendskab til tensidernes fysisk/kemiske, da de allerede indgik i flere andre produkter. For at minimere antallet af råvarer i produkterne, blev kun tre tensider valgt til at substituere LAS.

Tabel 3. Substitutionstensider og deres respektive miljødata.

Kemisk navn	Let aerobt nedbrydelig	Anaerobt nedbrydelig	L(E)C 50	Log Kow
Natriumlaurylethersulfat (C_{12})	Ja	Ja	9 - 100 mg l ⁻¹	< 3
Natriumlaurylsulfat (C_{12})	Ja	Ja	3 - 100 mg l ⁻¹	< 3
Fedtalkoholethoxylat (C_9/C_{11})	Ja	Ja	13 - 24 mg l ⁻¹	< 3

LAS blevet udfaset i følgende produkter fra Respekt Danmark ApS: Alkalisk Sanitetsrens, Cremesæbe, Flydende Krystalsæbe, Grundrens, Hårshampoo, Kalkfjerner, Opvask, Tæpperens, Vaske-Plejesæbe og Vinduesrens. Udviklingen af de LAS-frie produkter krævede omfattende tests for at opnå tilfredsstillende resultater. Det kendskab, der i forvejen var til substitutionstensiderne, viste sig at være en fordel under selve udviklingsarbejdet. Laboratorie- og forbrugertests af LAS-frie produkter blev udført med tilfredsstillende resultater, dvs. at de produkter der blev testet i henhold til svanemærkningskriterier opfyldte de respektive kriterier, og at de LAS-frie produkter ifølge egne tests havde en effektivitet svarende til, eller bedre end, de oprindelige LAS-holdige produkter.

Produkter, der blev udviklet med henblik på miljømærkning med det nordiske miljømærke "Svanen" omfatter: Respekt Flydende Krystalsæbe, Respekt Grundrens, Respekt Opvask og Respekt Cremesæbe. For at undgå unødige effektivitetstests, blev disse produkter først udviklet så de levede op til miljøkravene i svanemærkningskriterierne, og først herefter blev effektiviteten

testet. På nuværende tidspunkt er tre af de fire produkter svanemærket, og det sidste er også godt på vej mod en miljømærkning.

Erfaringen fra udviklingsarbejdet er blevet indarbejdet i vores, Respekt Danmark ApS's, miljøledelsessystem og markedsføringsmateriale bl.a. i brochurer, etiketter og datablade.

4 Konklusion

Ved vurdering af tensider til substitution af LAS i rengøringsmidler, bør der fokuseres både på tensidernes miljø- og vaskeegenskaber. På baggrund af kendskab til nedbrydeligheden, økotoksiciteten og bioakkumulerbarheden kan der foretages en kvalitativ risikovurdering af tensider i akvatiske systemer.

Da størstedelen af tensider er let nedbrydelige ved aerobe forhold, er det relevant at fokusere på den anaerobe nedbrydelighed og potentielle bioakkumulerbarhed af tensider, under udvælgelsen af mindre miljøbelastende alternativer til LAS. I betragtning af miljø- og vaskeegenskaber er let nedbrydelige lineære anioniske tensider (alkylsulfater og alkylethersulfater) og/eller lineære nonioniske tensider (fedtalkoholethoxylater) gode erstatninger for LAS. For at reducere mængden af kvælstof i produkterne bør der anvendes natrium i stedet for ammonium salte. Det er en fordel at anvende få, men velundersøgte tensider til at substituere LAS, som eventuelt på forhånd eksisterer et kendskab til i virksomheden. LAS-frie produkters effektivitet kan testes kontra de oprindelige produkter. Dette kan effektivt gøres ved laboratorie- og forbrugertests.

Formålet med projektet blev opnået, idet LAS blev udfaset i ti produkter. LAS blev substitueret med anioniske og nonioniske tensider, der nedbrydes let, både aerobt og anaerobt, med en økotoksicitet $L(E)C > 1 \text{ mg l}^{-1}$ og ikke er potentielt bioakkumulerende eller danner persistente eller toksiske nedbrydningsprodukter. Substitueringen forringede ikke rengøringseffekten af produkterne. Resultatet er derfor, at vi kan fremstille en række produkter, som i modsætning til de oprindelige LAS-holdige udelukkende indeholder anaerobt nedbrydelige tensider.

Respekt Danmark ApS har fået erfaring omkring miljøperspektiver under indkøb og udvikling af produkter. Dette har givet os et godt værktøj til i fremtiden - via indkøb og udvikling af nye produkter - at favorisere stoffer, der er mindre miljøbelastende.

Overordnet viser projektet, at miljøskadelige tensider af typen LAS i rengøringsmidler, kan erstattes med anaerobt nedbrydelige tensider, uden at gå på kompromis med effektiviteten af produkterne.

5 Referencer

Berna, J. L., Ferrer J., Moreno, A., Prats D., Ruiz, B. F. 1989. The fate of LAS in the environment. *Tenside Surfact Deter.* 26(2). 101-107.

Berna, J. L., Moreno, A., Ferrer J. 1991. The behaviour of LAS in the environment. *Journal of Chemical Biotechnology.* 50. 387-398

Chen, M. Y., Hwang, D. F., Yoshida, T., Jeng, S. S. 1992. Concentration of linear alkylbenzene sulfonate in commercial detergents and aquacultural environment of grass shrimp, *Penaeus monodon* fabricius in South Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan.* 19(2). 133-140.

Christensen, P. D., Brozek, M. & Hansen, B. W. 1998. Energetics and behavioral responses by the common goby, *Pomatoschistus microps* (Krøyer) exposed to linear alkylbenzene sulfonate. *Env. Tox. And Chem.* 17. 2051-2057.

Conti, E. 1987. Acute toxicity of three detergents and two insecticides in the lugworm, *Arenicola marina* (L.): a histological and a scanning electron microscopic study. *Aquat. Toxicol.* 10. 325-334.

Damborg, A. & Thygesen, N. 1991: Overfladeaktive stoffer – spredning og effekter i miljøet. Miljøprojekt nr. 166, Miljøstyrelsen.

Grüttner, H & Jacobsen, B. N. 1994: Miljøfremmede stoffer i renseanlæg. Miljøprojekt nr. 278, Miljøstyrelsen.

Gustavson, K., Pedersen, F. & Damborg, A. 1994: Overfladeaktive stoffer i overfladevand og sediment. Arbejdsrapport nr. 60, Miljøstyrelsen.

Hampel, M., Moreno-Garrido, I., Sobrino, C., Lubián, M., & Blasco, J. 2001. Acute toxicity of LAS homologues in marine microalgae: esterase activity and inhibition growth as endpoints of toxicity. *Ecotox Environ Safe.* 48. 287-292.

Hansen, B., Fotel, F. L., Jensen, N. J. & Wittrup, L. 1997. Physiological effects of the detergent linear alkylbenzene sulphonate on blue mussel larvae (*Mytilus edulis*) in laboratory and mesocosm experiments. *Mar. Bio.* 128. 627-637.

Kimerle, R. A. 1989. Aquatic and terrestrial ecotoxicology of linear alkylbenzene sulphonate. *Tenside Surfact Deter.* 26(6). 169-176

Lundahl, P., & Carbridenc, R. 1978. Molecular structure-biological properties relationships in anionic surface-active agents. *Wat Res.* 12. 25-30.

Madsen, T., Boyd, H. B., Nylén, D., Pedersen, A. R., Petersen, G. I. & Simonsen, F. 2001: Environmental health assesment of substances in household detergents and cosmetic detergent products. Miljøprojekt 615, Miljøstyrelsen.

1. Effektivitetstest af Kalkfjerner

Effektivitetstest af Kalkfjerner. Det oprindelige produkt med LAS blev testet mod det nye LAS-frie produkt.

Forsøgsbeskrivelse:

Til forsøget anvendes marmorsten 95x95x10 mm, vægt ca. 230 gram. Marmorbrikkerne afskylles og børstes let under rindende vand for at fjerne løse partikler. Skylles tilslut med demineraliseret vand og tørres ved 105 °C til konstant vægt.

Fremgangsmåde:

150 g kalkfjerner tilsættes demineraliseret vand til 900 ml og der omrøres. Marmorbrikken afvejes og tilsættes opløsningen. Tidspunktet for brikkens anbringelse noteres.

Efter præcis 24 timer fjernes marmorbrikken fra opløsningen, skylles med demineraliseret vand, børstes let og tørres ved 105 °C til konstant vægt.

Vægten noteres.

For hvert middel foretages tre analyser.

Beregning af kalkopløsningsevne:

Kalkopløsningsevnen defineres som det antal gram marmor, som et gram kalkfjerner kan opløse på 24 timer, udtrykt som middelværdi af de tre gentagelser:

$$((\text{Marmorvægt før} - \text{vægt efter/g middel i 1. gentagelse}) + (\text{Marmorvægt før} - \text{vægt efter/g middel i 2. gentagelse}) + (\text{Marmorvægt før} - \text{vægt efter/g middel i 3. gentagelse})) \times 1/3 = \text{g kalk/marmor fjernet pr. g middel pr. 24 timer.}$$

På baggrund af disse beregninger er det muligt at sammenligne effektiviteten af kalkfjerner med og uden LAS.

2. Effektivitetstest af Vaske-plejesæbe

Effektivitetstest af Vaske-plejesæbe med voks. Det oprindelige produkt med LAS blev testet mod det nye LAS-frie produkt.

Forsøgsbeskrivelse:

To nye stykker linoleum af 2 m² påføres 150 ml henholdsvis Vaske-plejesæbe med og uden LAS ufortyndet. Linoleumet placeres på et befærdet sted således at begge flader betrædes lige meget. Efter denne indledende behandling vaskes linoleumet en gang ugentligt med en 1% opløsning af de respektive produkter. Forsøget kører over 8 uger.

Fremgangsmåde:

Temperatur og luftfugtighed måles ved forsøgets start og derefter ved hver behandling.

Til hver efterfølgende vask anvendes 5 liter vand med temperaturen 15 °C. Til vaskevandet tilsættes 50 g Vaske-plejesæbe (= 1% opl.).

Vaske-plejesæben påføres linoleumet med en Unger Polish-pålægger. Det er vigtigt med en ensartet påføring.

Vurdering af effektivitet:

Ved den indledende behandling og efterfølgende efter hver uge vurderes visuelt:

- Gulvets modtagelig for smuds
- Gulvets glans
- Voksens vedhæftningsevne (testes med tape)
- Resistens mod gånærker og ridser
- Glatheden
- Gulvets renhed

Resultatet indeles i tre kategorier: dårlig, middel og god.

Ved forsøgets slutning samles resultaterne for alle ugerne. Effektiviteten af de to produkter Vaske-plejesæbe med voks + LAS og Vaske-plejesæbe med voks - LAS, sammenlignes. Effektiviteten af den LAS-frie vaske-plejesæbe konkluderes som mindst ligeså god eller bedre end den LAS-holdige, såfremt at den i syv ud af otte tilfælde har fået ligeså gode eller bedre resultater både mht. gulvets modtagelighed for snavs, glans og voksens vedhæftningsevne, resistensen mod gånærker og ridser, glatheden og renheden.

3. Effektivitetstest af Opvaskemiddel til manuel brug

Effektivitetstesten blev udført i henhold til kriterierne for Miljømærkning af Håndopvaskemidler, version 1.4.

5. Effektivitetstest af Cremesæbe

Vejledning			
Produktet testes <u>4-5 gange</u> og vurderes i henhold til de egenskaber, som er beskrevet i nedenstående rubrikker. I vurderingen, skal produktets effektivitet ses i forhold til det produkt, som normalt anvendes. Der er endvidere mulighed for at tilføje evt. bemærkninger nederst i skemaet.			
Testet af: _____			
Dato _____		Underskrift _____	
Viskositet		Ja	Nej
Er viskositeten af Respekt Cremesæbe tilfredsstillende?			
Afskylnings evne		Ja	Nej
Er Respekt Cremesæbe nem at skylle af?			
Rengøringseffekt	Under middel	Middel	God
Respekt Cremesæbes evne til at rengøre huden?			
Plejeeffekt	Under middel	Middel	God
Respekt Cremesæbes plejende egenskaber, f.eks hudens smidighed efter brug?			
Helhedsvurdering	Under middel	Middel	God
Er Respekt Cremesæbes effektivitet som helhed?			
Eventuelle bemærkninger til produktet.			

6. Effektivitetstest af Shampoo

<p>Vejledning Produktet testes og vurderes i henhold de egenskaber, som er beskrevet i nedenstående rubrikker. I vurderingen, skal produktets effektivitet ses i forhold til det produkt, som normalt anvendes (det der indeholder LAS). Der er endvidere mulighed for at tilføje evt. bemærkninger nederst i skemaet.</p> <p>Testet af: _____</p> <p>Dato _____ Underskrift _____</p>			
Viskositet		Ja	Nej
Er viskositeten af Respekt Shampoo tilfredsstillende?			
Afskylnings evne		Ja	Nej
Er Respekt Shampoo nem at skylde ud?			
Rengøringseffekt	Under middel	Middel	God
Respekt Shampoos evne til at rengøre ?			
Plejeeffekt	Under middel	Middel	God
Respekt Shampoos plejende egenskaber, f.eks hårets smidighed efter brug?			
Helhedsvurdering	Under middel	Middel	God
Er Respekt Shampoos effektivitet som helhed?			
Evtuelle bemærkninger til produktet.			

7. Effektivitetstest af Vinduesrens

<p>Vejledning Produktet testes <u>4-5 gange</u> og vurderes i henhold til de egenskaber, som er beskrevet i nedenstående rubrikker. I vurderingen, skal produktets effektivitet ses i forhold til det produkt, som normalt anvendes (det der indeholder LAS). Der er endvidere mulighed for at tilføje evt. bemærkninger nederst i skemaet.</p> <p>Testet af: _____</p> <p>Dato _____ Underskrift _____</p>		
Skumevne Er skumevnen af den LAS-frie vinduesrens ligeså god som det oprindelige produkt?	Ja	Nej
Cleanermodstand Er cleanermodstanden af den LAS-frie vinduesrens ligeså lille som det oprindelige produkt?	Ja	Nej
Renseevne Er renseevnen af den LAS-frie vinduesrens ligeså god som det oprindelige produkt?	Ja	Nej
Glansfuldhed Efterlader den LAS-frie Vinduesrensen en ligeså glansfuld overflade som det oprindelige produkt?	Ja	Nej
Stribedannelse Dannes der striber på vinduet efter behandling med den LAS-frie Vinduesrensen?	Ja	Nej
Eventuelle bemærkninger til produktet.		

8. Effektivitetstest af Tæpperens

Vejledning Produktet testes <u>4-5 gange</u> og vurderes i henhold til de egenskaber, som er beskrevet i nedenstående rubrikker. I vurderingen, skal produktets effektivitet ses i forhold til det produkt, som normalt anvendes (det der indeholder LAS). Der er endvidere mulighed for at tilføje evt. bemærkninger nederst i skemaet.		
Testet af: _____		
Dato _____ Underskrift _____		
Er rengøringssevnen af den LAS-frie Tæpperens ligeså god som det oprindelige produkt?	Ja	Nej
Test 1		
Test 2		
Test 3		
Test 4		
Test 5		
Slutvurdering		
Eventuelle bemærkninger til produktet.		

9. Effektivitetstest af Alkalisk Sanitetsrens

Vejledning Produktet testes <u>4-5 gange</u> og vurderes i henhold til de egenskaber, som er beskrevet i nedenstående rubrikker. I vurderingen, skal produktets effektivitet ses i forhold til det produkt, som normalt anvendes (det der indeholder LAS). Der er endvidere mulighed for at tilføje evt. bemærkninger nederst i skemaet.		
Testet af: _____		
Dato _____ Underskrift _____		
Er rengøringssevnen af den LAS-frie Alkalisk Sanitetsrens ligeså god som det oprindelige produkt?	Ja	Nej
Test 1		
Test 2		
Test 3		
Test 4		
Test 5		
Slutvurdering		
Eventuelle bemærkninger til produktet.		

10. Effektivitetstest af Grundrens

Effektivitetstesten blev udført i henhold til kriterierne for Miljømærkning af Industrielle affedtningsmidler, version 1.1, forbrugerundersøgelse.