



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Nikotinposer - indhold og miljøkonsekvenser

Miljøprojekt 2267

April 2024



Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Nanna B. Hartmann,
Sevil Vafadar Afshar,
Olga Novillo Sanjuan
Julie Zwicky Holt
(DTU Sustain)

Forsidefoto: Nanna B. Hartmann

ISBN: 978-87-7038-614-2

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. 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.

Må citeres med kildeangivelse

Forord

Denne rapport indeholder fagligt funderet viden om nikotinposers sammensætning, indhold af kemiske stoffer, samt miljøkonsekvenserne af henkastning i det offentlige rum efter brug. Projektet blev udført i december 2023.

Rapporten er baseret på indsamling af viden fra den eksisterende litteratur (videnskabelig litteratur, information fra producenter og web-baseret informationssøgning) samt udvalgte kemiske analyser. Arbejdet er inddelt i de følgende arbejdsopgaver:

Arbejdsopgave 1, indholdsstoffer. På baggrund af litteraturstudier og analyser (herunder FTIR og kemiske analyser) bestemmes nedenstående komponenter for et udvalg af nikotinposer på det danske marked:

- Posematerialet
- Forsegling af poserne (herunder eventuel lim)
- Indholdsstoffer i poserne (fyldstoffer, nikotinindhold samt andre tilsatte stoffer)

Poserne er udvalgt til at dække variation i mærker, producenter og nikotinindhold.

Arbejdsopgave 2, miljøkonsekvenser.

- Analyse og sammenligning af indholdet af nikotin (og andre stoffer af interesse, se ovenfor) i brugte poser versus nye poser (som identificeret i Arbejdsopgave 1, se ovenfor)

På baggrund af dette vurderes de tilbageværende mængder af nikotin og evt. andre stoffer når brugte poser henkastes. Generelle overvejelser omkring posernes miljøskæbne (herunder nedbrydelighed af posemateriale) indgår også i denne afrapportering.

Tak til Mikael Emil Olsson (analysekemiker) og Hanne Bøggild (laboratorietekniker) på DTU Sustain for kemisk analyse. Også tak til Jonas Tiedjen Bang (laboratorietekniker) og Emma Egholm Gravenhorst (laboratorietekniker) for prøveindsamling.

Tak til Anders Egede Daugaard (lektor, DTU Kemiteknik) og Yvonne Shashoua (forskningsprofessor, Nationalmuseet) for sparring omkring FTIR analyser.

Kgs. Lyngby, Februar 2024

Nanna B. Hartmann
Seniorforsker
DTU Sustain

Indhold

| | |
|--|-----------|
| Forord | 3 |
| 1. Resumé | 5 |
| 2. Nikotinposer | 6 |
| 2.1 Forbrugsvaner | 6 |
| 2.2 Nikotinposer henkastet i det offentlige rum | 7 |
| 3. Posematerialer | 9 |
| 3.1 Producentoplysninger | 9 |
| 3.1.1 Posemateriale | 9 |
| 3.1.2 Forsegling af poser | 10 |
| 3.2 FTIR | 11 |
| 4. Indholdsstoffer | 14 |
| 4.1 Nikotin – producentoplysninger | 14 |
| 4.2 Nikotin – kemisk analyse | 14 |
| 4.3 Andre indholdsstoffer – producentoplysninger | 15 |
| 4.4 Andre stoffer - litteratur | 15 |
| 5. Miljøkonsekvenser | 16 |
| 5.1 Indhold efter brug (nikotin) | 16 |
| 5.2 Skadelige effekter af nikotin | 17 |
| 5.2.1 Nikotinforgiftning | 17 |
| 5.2.2 Skæbne og effekter af nikotin i miljøet | 17 |
| 5.3 Overvejelser om posematerialets miljøskæbne | 18 |
| 5.4 Overvejelser ift. cirkulær økonomi | 18 |
| 6. Konklusion | 20 |
| 7. Referencer | 21 |
| Bilag 1. Spørgeskema | 24 |
| Spørgsmål | 24 |
| Demografiske information om respondenter | 26 |
| Bilag 2. Nikotinposer i dette studie | 27 |

1. Resumé

Posemateriale og indhold. Nikotinposer er typisk fremstillet af en form for semi-syntetisk cellulose (såsom viskose fleece) hvortil der er tilsat et bindemiddel i form af en (bionedbrydelig) polymer, som smelter ved opvarmning og dermed forseglar posens kanter. Indholdet i poserne består ifølge produkternes varedeklarerationer af nikotin, stabilisatorer og fortykningsmidler, pH regulerende midler, fugtmidler, smagsstoffer, sødemidler og konserveringsmidler. Ifølge studier beskrevet i litteraturen er der desuden påvist indhold af formaldehyd og ammonium i nogle nikotinposer.

Nikotinposer som mulig del af plastforurening. Nikotinposernes semi-syntetiske cellulose-baserede materiale har FTIR-spektre som er sammenlignelige med vådservietter, engangskar-klude og cigaretfiltere, som består af henholdsvis viskose og celluloseacetat. Den største grad af lighed mellem spektre blev observeret for cigaretfiltere. På trods af, at cellulose er et naturligt og forholdsvis nedbrydeligt materiale, så vil modifikationer af denne grad påvirke materialets egenskaber og miljøsæbne herunder nedbrydelighed. Af samme grund kan nikotinposer, ligesom cigaretfiltere, potentielt anses som værende en form for semi-syntetisk polymer og dermed 'plast'. Dog er der en flydende overgang fra naturlige til syntetiske polymerer, hvilket udfordrer en entydig kategorisering af forskellige semi-syntetiske materialer, herunder brugte nikotinposer, som værende plastaffald. Nikotinposers miljøsæbne under miljørelevante forhold bør undersøges yderligere og bortskaffelse i naturen bør uanset minimeres.

Risiko for mennesker og miljø. Generelle helbredsrisici ved påtænkt brug af nikotinposer indgår ikke i denne rapport, men referencer til relevante kilder fremgår af teksten. I stedet diskuteres potentielle effekter i miljøet. Nikotinposer udgør en potentiel risiko for dyr ved indtagelse. Der findes eksempler på nikotinforgiftning af hunde som har ædt henkastede brugte nikotinposer. Grundet forventet langsom nedbrydning under miljørealistiske forhold kan der over tid ske en akkumulering af nikotinposer i miljøet. Langsigtede konsekvenser af dette, samt risiko for nikotinforgiftning af dyr i naturen, bør undersøges nærmere.

Nikotinposer i kontekst af genanvendelse og cirkulær økonomi. Bortskaffelse af tomme nikotinpose dåser med brugte nikotinposer udgør et potentielt problem i forhold til genanvendelse. Dåsen er ofte fremstillet af polypropylen og kan genanvendes. Dog skal de brugte nikotinposer, som opsamles i låget, bortskaffes separat. Dvs. at dåserne skal tømmes inden de sorteres som plastaffald. Det er dog plausibelt at dette ikke altid sker, og at 1) dåserne ikke tømmes inden de sorteres som plastaffald eller 2) dåserne bortskaffes i restaffald. Forbrugsva-ner i forhold til bortskaffelse bør undersøges nærmere og behovet for yderligere oplysning af forbrugere kan overvejes på denne baggrund.

Fremtidige undersøgelser. Henkastede nikotinposer er et stigende problem grundet stigende forbrug kombineret med uhensigtsmæssig forbrugeradfærd. På trods af at de fleste nikotinposer bliver opsamlet og bortskaffet korrekt, ender en fraktion stadig i miljøet. Fremtidige undersøgelser af brugen af nikotinposer blandt den danske befolkning kan med fordel inkludere spørgsmål om adfærd i forhold til bortskaffelse, for på denne måde at få et estimat af omfanget af henkastede nikotinposer i naturen og i det offentlige rum. Dette kan også give et forbedret grundlag for vurdering af eventuelle miljøkonsekvenser – både af posemateriale men også posernes indhold herunder nikotin.

2. Nikotinposer

Nikotinposer er en type af røgfrit nikotinprodukt, som er steget voldsomt i popularitet og produktion over det seneste årti. I modsætning til de traditionelle snusprodukter der kendes fra Sverige, og som primært består af tobak, er nikotinposerne tobaksfrie. De små aflange poser indeholder blandt andet nikotin og smagsstoffer, og anvendes oralt (placeres mellem tandkødet og kinden), hvorved nikotin optages gennem slimhinden i munden. Brugen af røgfrie nikotinprodukter (herunder også snus og tyggetobak) er stigende i Danmark. Det estimeres at cirka 5 % af alle danske unge mellem 15 og 29 år brugte nikotinposer dagligt i 2022 (Sundhedsstyrelsen, 2023).

Tidligere undersøgelser, både i Danmark og internationalt, har påvist at cigaretskodder (hvor filtre er fremstillet af regenereret cellulose) er en af de mest forekomne typer af plastforurening (Syberg et al., 2020). Cigaretfiltere er dermed på top 10-listen over mest forekomne typer af engangsplast på Europæiske strande (EU Kommissionen, 2023). Som resultat af EU's nye lovgivning om engangsplast introduceres producent- og oprydningsansvar for cigaretfiltere, hvorved producenter og importører af tobaksvarer til Danmark bliver pålagt udgifter for indsamling af brugte filtre (Dansk Producent Ansvar, 2023). Formålet med dette er blandt andet at forebygge og reducere forekomsten af, og dermed miljøpåvirkningen fra, cigaretfiltere i miljøet.

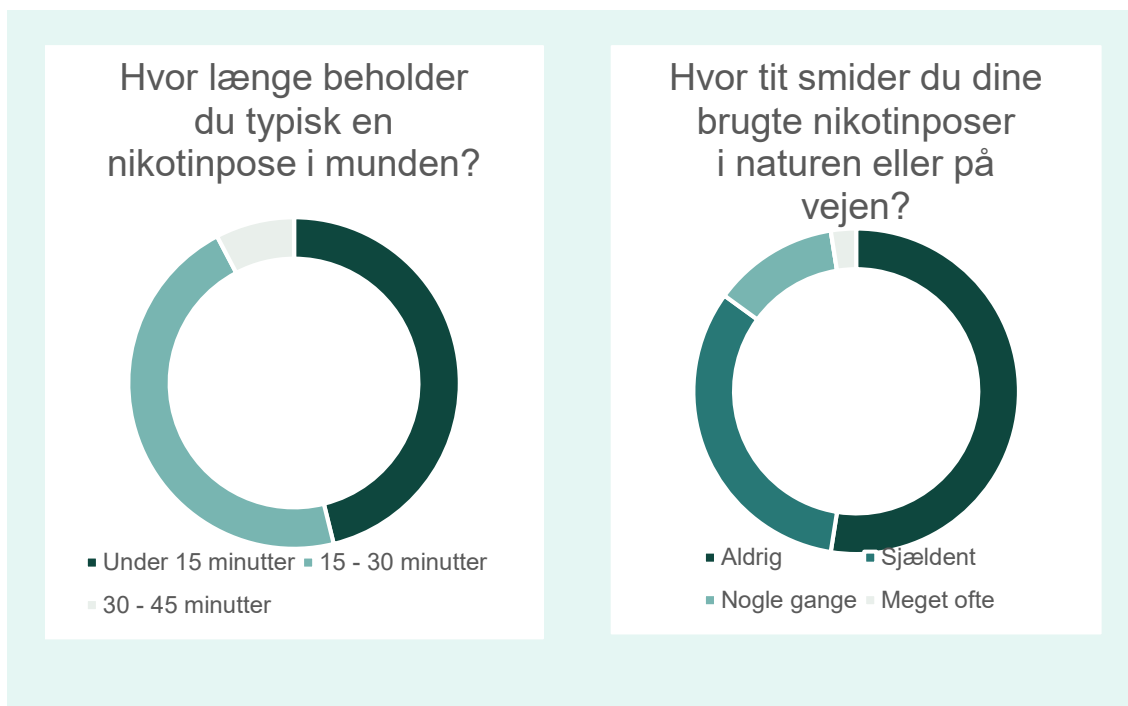
Sideløbende med dette er nikotinposer i løbet af de seneste år i stigende grad begyndt at dukke op i affaldsindsamlinger (DR, 2023). Dette giver anledning til bekymringer, dels på grund af risiko for negative konsekvenser af posernes indholdsstoffer, hvor der er set eksempler på nikotinforgiftning hos dyr, som ved fejl har ædt disse (Danmarks Naturfredningsforening, 2023). Derudover kan selve pose materialet potentielt også have effekter i miljøet afhængigt af dets miljøskæbne, herunder nedbrydelighed.

2.1 Forbrugsvaner

Som baggrund for arbejdet med denne rapport blev der foretaget en kort spørgeskemaundersøgelse blandt brugere af nikotinposer. Formålet med dette var at afdække 1) det/de mest anvendte mærker af nikotinposer på det danske marked, 2) typisk anvendelsestid for nikotinposer samt 3) adfærd i forhold til bortskaffelse. De spørgsmål, som indgik i spørgeskemaet kan ses i Bilag 1. I alt 40 personer svarede på spørgeskemaet, heraf 4 personer <18 år, 25 personer mellem 18 og 25 år, 9 personer mellem 26 og 35 år og 2 personer mellem 56 og 65 år.

Det mest anvendte mærke blandt respondenterne var VELO, som står for 47 %. Herefter følger LYFT (som for nyligt har skiftet navn til VELO, men med eget sortiment) med 21 %, Ace (7 %), Volt, Gritt, ZoneX, Siberia og 'andet' (hver med ca. 3,5 %).

Nedenfor ses respondenternes svar i forhold til anvendelsestid og bortskaffelse af nikotinposer efter brug (Figur 1). Af dette fremgår det, at en typisk anvendelsestid er under 30 minutter (hvilket også er i henhold til producenternes anbefaling), hvoraf mange (46 %) dog kun beholder nikotinposen i munden i op til 15 minutter. 8 % af respondenter beholder nikotinposen i munden i 30-45 minutter. Ingen respondenter angav en anvendelsestid på over 45 minutter.



FIGUR 1. Resultater fra spørgeskemaundersøgelse i forhold til anvendelsestid og bortskaffelse af nikotinposer efter brug (n=40).

I forhold til bortskaffelse svarer 53 % at de aldrig smider nikotinposer i naturen, mens 33 % gør det sjældent. 13 % af respondenterne angiver at de nogle gange smider poserne i naturen. Ingen angav 'ofte' som svar, mens 3 % 'meget ofte' smider nikotinposer i naturen.

2.2 Nikotinposer henkastet i det offentlige rum

Med formålet at estimere bortkastelse af nikotinposer i den danske natur og i det offentlige rum gøres følgende antagelser:

- Nikotinposer anvendes primært af personer i aldersgruppen 15-30 år (Sundhedsstyrelsen, 2023). Ifølge Danmarks Statistik (2023) udgør denne befolkningsgruppe 19 % af den danske befolkning, svarende til ca. 1.1 mio. mennesker¹
- 5,3 % af personer inden for denne aldersgruppe anvender nikotinposer dagligt. Yderligere 2,1 % bruger nikotinposer lejlighedsvist. Dette fremgår af Sundhedsstyrelsens rapport for 2022 om 'Brug af røgfrie nikotinprodukter blandt unge' (Sundhedsstyrelsen, 2023)
- Det gennemsnitlige forbrug af nikotinposer er 5 poser per dag blandt personer, som bruger nikotinposer dagligt. Dette er estimeret ud fra Sundhedsstyrelsens data, som viser at de fleste anvender <10 poser om dagen (kun 15-20 % anvender >10 poser per dag). Mænd anvender generelt flere nikotinposer end kvinder: de fleste mænd (42 % af respondenter) anvender 6-10 poser per dag hvorimod de fleste kvinder (52 % af respondenter) anvender 1-5 poser per dag. Et gennemsnit på 5 poser per dag estimeres ud fra disse informationer.

¹ Denne afgrænsning af aldersgruppe kan betragtes som konservativ, idet der også vil være personer over 30 år, som anvender nikotinposer. Det er dog primært for denne aldersgruppe, for hvilken der findes data om forbrug af nikotinposer.

- Ud fra data i Figur 1 estimeres det at 5 % af alle nikotinposer smides i naturen. Dette svarer til, at der fra hver dåse med typisk 20 nikotinposer, smides 1 pose i naturen. Det noteres at dette er et meget løseligt estimat behæftet med stor usikkerhed. Det vil kræve yderligere undersøgelser at opnå en mere præcis vurdering af forbrugervaner på dette område.
- En nikotinpose af mærket VELO (Freeze 4) vejer cirka 0,62 g med indhold og 0,11 g uden indhold (gennemsnit baseret på vejning af tre poser)

Baseret på disse antagelser foretages følgende udregning af nikotinposer henkastet i naturen og i det offentlige rum:

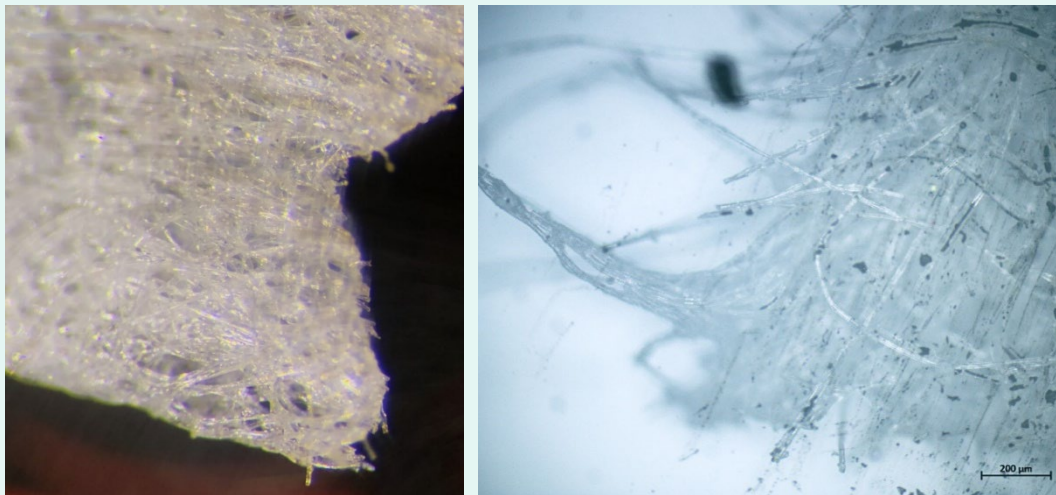
1,1 mio. personer i aldersgruppen 15-30 år x 5,3 % som anvender nikotinposer x 5 nikotinposer/dag x 5 % af poserne henkastes x 365 dage/år = 5,3 mio. nikotinposer/år ender i naturen i Danmark. Dette svarer således til 3,3 ton nikotinposer som henkastes årligt, heraf 0,5 ton posemateriale.

Igen pointeres at denne udregning er baseret på en række antagelser, beskrevet ovenfor. Den afgørende usikkerhedsfaktor vurderes at være andelen af nikotinposer, som henkastes i miljøet, som her er sat til 5 %, svarende til 1 pose pr dåse á 20 nikotinposer. Selv hvis dette tal skulle vise sig at være betydeligt mindre (f.eks. 1 %) så vil det stadig samlet set dreje sig om et stort antal nikotinposer, som årligt ender i miljøet. En generel stigende tendens i forbruget af nikotinposer vil yderligere øge problemets omfang.

Fremtidige undersøgelser af forbrugsvaner kan med fordel fokusere på bortskaffelse, hvorved der kan opnås mere præcise estimater af andelen, og dermed antallet, af henkastede nikotinposer.

3. Posematerialer

Nikotinposer er permeable poser, som tillader frigivelse af indholdsstoffer ved brug. Poserne er typisk hvide og kan variere i størrelse og dimensioner. De sælges i formaterne 'large', 'slim', 'super slim' og 'mini'. Et eksempel på nikotinposer i 'mini' format måler 14x28 mm til 14x32 mm med en vægt på 0,4 g (Zyn, 2023a). En nikotinpose i formatet 'slim' vejer omkring 0,7 g hvorimod 'large' vejer op til 1 g.



Figur 2. Billeder af A) kanten af en VELO nikotinpose, som viser posens ikke-vævede fiber struktur og B) fibre i et stykke posemateriale klippet af en ZYN nikotinpose. Målestokken indikerer 200 µm.

Posematerialet består af ikke-vævet stof, som en fiberdug sammensat af fibre med tilfældig orientering, hvilket ses på Figur 2.

3.1 Producentoplysninger

3.1.1 Posemateriale

Der findes begrænset information om posens materialesammensætning via producenternes hjemmesider. En producent beskriver at posen i sig selv er lavet af plantefibre (Zyn, 2023b). Det fremgår også at posepapiret indeholder et bindemiddel, der ikke er fuldstændig biologisk nedbrydeligt (Zyn, 2023b).

I en patentansøgning fra Philip Morris Products (som fremstiller Zyn nikotinposer), fremgår det at posernes materiale fremstilles ved hjælp af rayonfibre, såsom viskose. Posemembranen varmforsøgles langs dens kanter (Philip Morris Products S.A, 2023)

I en patentansøgning fra NCP NextGen A/S i Vejle (producent af mærket Shiro) fremgår det at posematerialet består af varmforsøgleligt ikke-vævet cellulose (NCP NextGen A/S, 2022). Dette stemmer overens med et andet patent fra R.J. Reynolds (nu British American Tobacco og producent af mærket VELO), som beskriver fremstilling af poser fra cellulosefibre med varmforsøgleligt bindemiddel, til brug for røgfri tobaksprodukter såsom nikotinposer (R.J. Reynolds/Sebastian et al., 2022).

En anden producent beskriver på deres hjemmeside, at nikotinposerne er fremstillet af blød viskose fleece (SNØ, 2023), hvor viskose netop er en type af regenereret cellulose. Dette underbygges af beskrivelser i litteraturen, hvoraf det fremgår at det ydre posemateriale omfatter viskosefibre bundet sammen ved kemisk behandling eller varme (Ye & Rahman, 2023).

Cellulose er en naturlig polymer, som udgør cellevæggene i planteceller i for eksempel træ og bomuld. Et materiale som papir er dermed næsten ren cellulose. Man kan konvertere naturlig cellulose til såkaldt regenereret cellulose. Denne proces består i en kemisk opløsning af de naturlige cellulosefibre (såsom træfibre) efterfulgt af en 'regenerering', hvorved der fremstilles semi-syntetiske fibre (for eksempel rayon/viskose) eller film (for eksempel cellofan) (Niaounakis, 2017). Celluloseacetat, derimod, er en type af semi-syntetisk forbindelse, afledt af acetylering af cellulose. Cigaretfiltere er et eksempel på en anvendelse af celluloseacetat, der grundet dets høje grad af modificering af naturlig cellulose, anses som en semi-syntetisk polymer, og dermed falder ind under betegnelsen 'plast' (Hartmann et al., 2019a, Hartmann et al., 2019b).

Overgangen fra naturlige til semi-syntetiske og til fuldt syntetiske polymerer er karakteriseret ved en gradvis ændring snarere end skarpt definerede grænser (Hartmann et al., 2019a). På grund af denne flydende overgang er det udfordrende at kategorisere materialer entydigt, herunder om specifikke produkter af semi-syntetiske materialer, som brugte nikotinposer, skal klassificeres som plastaffald (Hartmann et al., 2019b).

3.1.2 Forsegling af poser

Som beskrevet ovenfor oplyser producenterne at poserne lukkes ved en varmeforsegling idet posematerialet tilsættes et varmeforseglende bindemiddel. Der står videre beskrevet i de førnævnte patenter, at konventionelle bindemidler, såsom akrylpolymerer, er dyre og hæmmer biologisk nedbrydelighed af posematerialet. Det tilsatte bindemiddel kan i stedet bestå af en bionedbrydelig polymer (herunder alifatisk polyester) eller en polymer inden for gruppen polyglykolsyre, polymælkesyre/polylaktid (PLA), polyhydroxyalkanoater (PHA'er), polycaprolacton (PCL), polybutylensuccinat (PBS), polybutylensuccinat (adipat) (PBS(A)) og copolymerer deraf (Sebastian et al., 2022). PLA, PHA'er, PCL, og PBS er alle eksempler på termoplast, hvilket betyder at de smelter og er formbare ved opvarmning, hvorimod de bliver faste igen ved nedkøling. Andre mulige bindemidler, som nævnes, inkluderer akrylpolymer eller en eller flere copolymerer af vinylacetat og akrylsyreester (Philip Morris Products S.A, 2023).

Der findes eksempler på patenter, hvoraf det fremgår at konventionelle syntetiske polymerer (såsom polypropylen, polystyren, polyethylen, nylon mm.) kan anvendes i fremstillingen af selve posematerialet til nikotinposer (Philip Morris Products S.A, 2023). Samlet set lader det dog ikke til, at disse materialer anvendes i de typer af nikotinposer, som dominerer det danske marked.

Ud fra producenternes oplysninger må det samlet set antages, at en typisk nikotinpose er fremstillet af en form for semi-syntetisk cellulose (såsom viskose fleece) hvortil der er tilsat et bindemiddel i form af en (bionedbrydelig) polymer, som smelter ved opvarmning og dermed forseglar posens kanter.

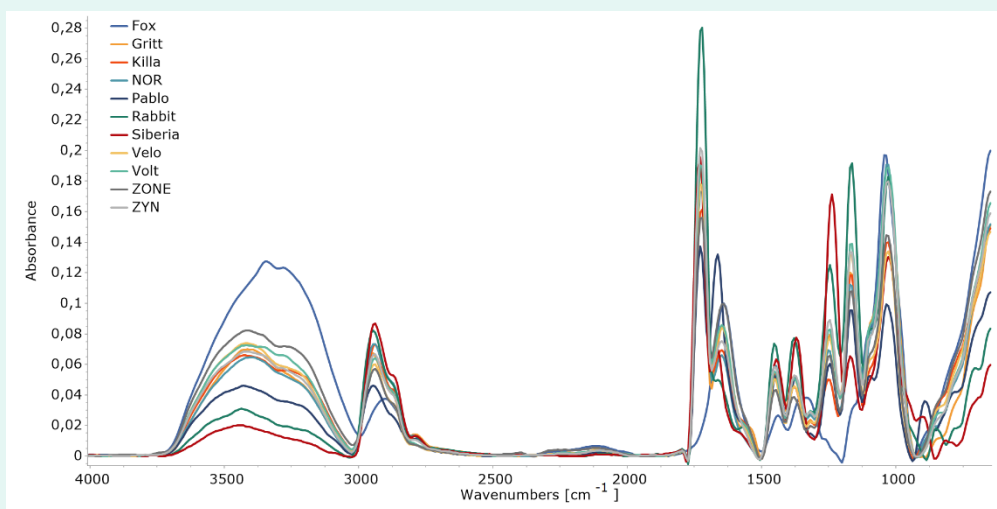
3.2 FTIR

Med formålet at belyse sammensætningen af posematerialet yderligere blev der foretaget analyse af posemateriale for nikotinposer på det danske marked. De undersøgte posetyper inkluderer de mest anvendte mærker baseret på spørgeskemaundersøgelsen foretaget i forbindelse med dette projekt: VELO, Volt, Gritt, ZoneX og Siberia. Poser af mærket Ace er ikke undersøgt da de ikke var tilgængelige hos de benyttede forhandlere.

Fourier-transform infrarød spektroskopi (FTIR) er en analytisk teknik, der måler absorptionen af infrarødt lys af et materiale, hvilket giver et spektrum, der fungerer som et "fingeraftryk" for materialet. Ved at sammenligne absorptionsmønstrene i spektret med et bibliotek af kendte standarder, kan man identificere og kvantificere forskellige komponenter i en prøve.

FTIR-analyser blev foretaget ved brug af Agilent 4300 håndholdt FTIR spektrofotometer med en diamant-ATR. Hvert spektrum var baseret på 32 scanninger og blev opnået inden for området 4000-650 cm^{-1} med en bølgelængde på 4 cm^{-1} . Indsamlede spektre blev databehandlet i Spectragryph. Her blev alle spektre konverteret fra absorption til transmission, og processeret ved brug af "Advanced Baseline" og "Advanced Smoothing".

Nedenfor ses FTIR spektre (absorbans) for de 11 undersøgte² mærker af nikotinposer (Figur 3). Det ses, at der er god overensstemmelse mellem spektre for de forskellige poser, hvilket indikerer at der er tale om sammenlignelige materialer, uafhængigt af producent. Poser af mærket FOX er det, som umiddelbart skiller sig mest ud, både i området 1750-1500 cm^{-1} samt omkring 1200 og 890 cm^{-1} .

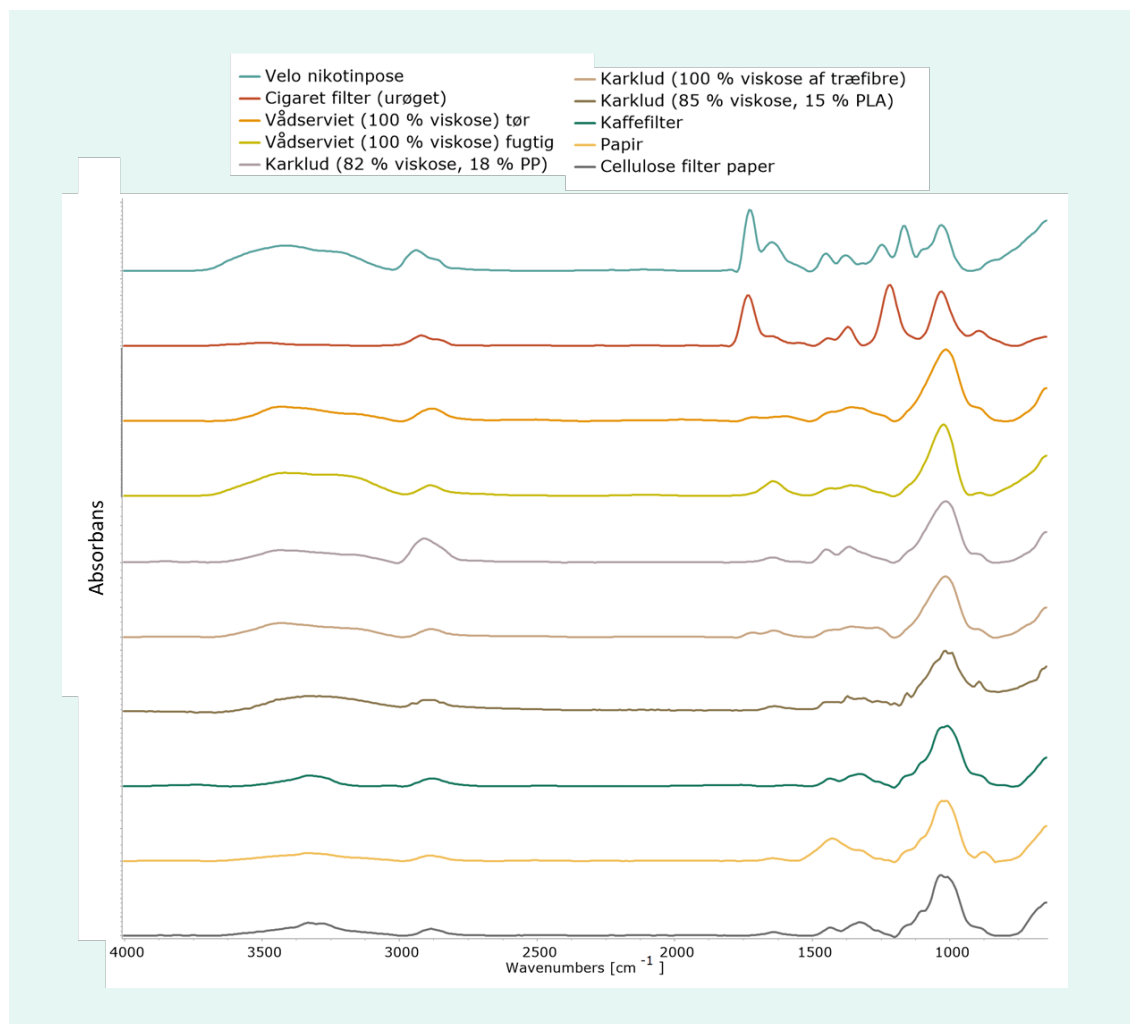


FIGUR 3. FTIR-spektre for 11 forskellige typer af nikotinposer på det danske marked.

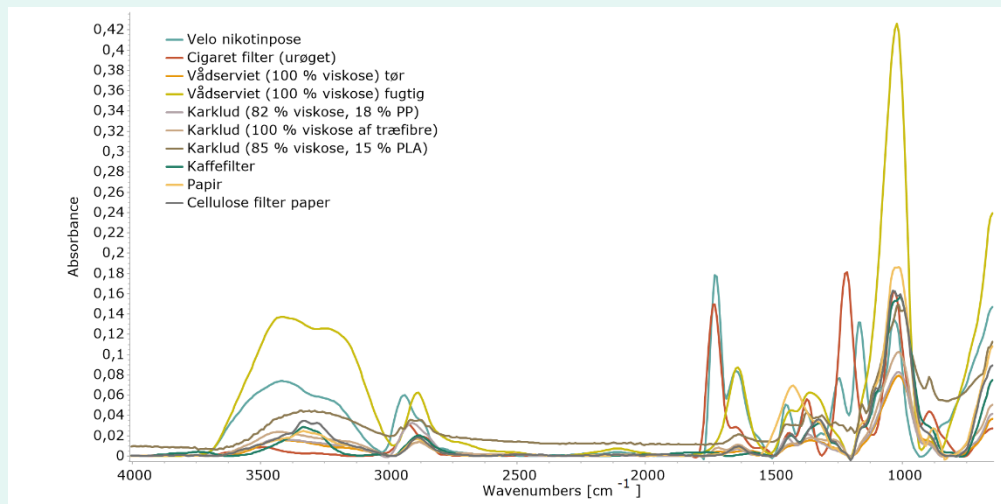
De observerede toppe i området 3600-2900 cm^{-1} er karakteristiske for vibrationer af O-H og C-H bånd i polysakkarider (herunder cellulose) (Ali et al., 2023; Hospodarova et al., 2018). Intensiteten af området mellem 3600-2900 cm^{-1} og toppen ved 1640 cm^{-1} er relateret til den mængde vand, som cellulose kan binde. Jo bredere området er, desto mere vand kan det binde (Geminiani et al., 2022; Olsson & Salmén, 2004).

² Det skal bemærkes at ét mærke (Siberia) viste sig at indeholde tobak, og blev derfor ikke medtaget i yderligere analyser.

Yderligere FTIR analyser blev foretaget af materialer med kendt indhold af cellulose (Figur 4), for at sammenligne disse med spektre for nikotinposer. Disse celluloseholdige materialer inkluderer: kaffefiltre, papir, samt cellulose filter papir, og blev sammenlignet med VELO posemateriale. Der blev også foretaget en sammenligning med vådservietter (både fugtige samt efter udtørring) og karklude (100 % viskose af træfibre, 85 % viskose/15 % polylaktisk syre (PLA) og 82 % viskose/18 % polypropylen). Desuden blev det siden sammenlignet med spektret fra et cigaretfilter, som typisk fremstilles af celluloseacetat.



Figur 4. FTIR-spektrum af posematerialet fra én type af nikotinposer (af mærket VELO) sammenlignet med spektre for forskellige typer af papir (kaffefiltre, hvidt printerpapir, cellulose filter papir), vådservietter (fugtige og tørre), forskellige typer af karklude med varierende materialesammensætning (82 % viskose/18 % polypropylen (PP), 100 % viskose af træfibre, 85 % viskose/15 % polylaktisk syre (PLA)), samt et cigaretfilter (celluloseacetat).



Figur 5. Samme data som Figur 4 i en alternativ visning. FTIR-spektrum af posematerialet fra én type af nikotinposer (af mærket VELO) sammenlignet med spektre for forskellige typer af papir (kaffefiltre, hvidt printerpapir, cellulose filter papir), vådservietter (fugtige og tørre), forskellige typer af karklude med varierende materialesammensætning (82 % viskose, 18 % polypropylen (PP), 100 % viskose af træfibre, 85 % viskose, 15 % polylaktisk syre (PLA)), samt et cigaretfilter (celluloseacetat).

De observerede toppe ved 3480 og 2930 cm^{-1} , som ses for spektre i Figur 4 og Figur 5, er (som bekrævet ovenfor) karakteristiske for vibrationer af O-H og C-H bånd i cellulose, herunder celluloseacetat.

Det kan ud fra intensiteten af området mellem 3600-2900 cm^{-1} ses, at VELO nikotinposen har et højere vandindhold (fugtighed) end cigaretfiltere, hvilket giver mening i forhold til posens indhold af fugtighedsbevarende stoffer. Dette stemmer desuden overens med at fugtige vådservietter har en højere intensitet i dette interval i sammenligning med tørre vådservietter, hvilket tydeligst ses ud fra Figur 5.

Toppe ved 1730 og 1220 cm^{-1} tilskrives strækning af C=O og CO bånd i esteren (Glugoski et al, 2017). Tidligere undersøgelser har vist, at en intens top ved 1730 cm^{-1} ses for materialer som celluloseoctanoat, cellulosepalmitat, og celluloseacetat. Derimod blev denne top ikke observeret ved mere 'naturlige' materialer som papir, cellulose fra grantræer, og cellofan (Leppänen et al., 2020).

FTIR-analyser bekræfter, at posematerialet er fremstillet af en form for semi-syntetisk cellulose. Det spektrum, som har størst lighed med nikotinposer ud af de undersøgte materialer, er cigaretfiltere (celluloseacetat).

4. Indholdsstoffer

4.1 Nikotin – producentoplysninger

Samtlige ni mærker af undersøgte nikotinposer (Gritt, Killa, NOR, Pablo, Rabbit, Siberia, Velo, Volt, White Fox, og Zone X) indeholder nikotin i forskellige mængder. Producentoplysninger for deklareret nikotinindhold kan ses i tabellen nedenfor.

Tabel 1. Deklareret nikotinindhold per nikotinpose for forskellige mærker og typer

| Mærke | Type | Nikotin mg/pose (deklareret) | Nikotin mg/pose (målt) | Afvigelse |
|-----------|-----------------------|------------------------------|------------------------|-----------|
| Gritt | Frost Bite Strong | 9,60 | 9,47 | -1 % |
| Killa | Cold Mint | 12,8 | 10,6 | -17 % |
| NOR | Peppermint | 15,0 | 17,0 | +13 % |
| Pablo | Ice Cold Extra Strong | 24,0 | 20,5 | -15 % |
| Rabbit | Blue Ice | 26,0 | 27,9 | +7,3 % |
| Velo | Freeze 4 | 10,9 | 10,4 | -4,6 % |
| Volt | Dark Frost Slim | 12,5 | 15,5 | +24 % |
| White Fox | Double Mint | 12,0 | 12,3 | +2,5 % |
| Zone X | Cold Blast | 10,0 | 7,83 | -22 % |
| Zyn | Cool Mint | 11,0 | 12,1 | +10 % |

4.2 Nikotin – kemisk analyse

Nikotin blev ekstraheret fra poserne ved ultrasonikation. Hver pose blev skåret op, før de blev nedsænket i 200 ml methanol og ekstraheret ved ultrasonikation i 45 minutter. Ekstraktet blev fortyndet 10 gange i MilliQ-vand før analyse.

Den ekstraherede nikotin blev analyseret ved HPLC-DAD (Ultimate 3000, ThermoScientific) ved brug af en 100 mm X 2,1 mm X 3 um Hypersil Gold C18 omvendt fase kolonne og 10 mM Ammoniumacetat:Methanol (95:5) som eluent under isokratiske forhold. Flowhastigheden blev holdt konstant ved 0,5 ml/min, og kolonnens temperatur ved 40 grader. Retentionstiden for Nikotin var 1,01 min.

Detektion blev opnået ved 260 nm, og (-)-Nikotinopløsning³ 1,0 mg/ml (SigmaAldrich) blev fortyndet i MilliQ vand og brugt til at konstruere kalibreringskurven.

Det ses ud fra Tabel 1, at der generelt er en rimelig overensstemmelse mellem deklareret nikotinindhold og målt nikotinindhold. Afvigelsen mellem deklareret og målt indhold ligger inden for intervallet ± 24 %.

³ (-) isomer af nikotin, hvilket er den naturligt forekommende isomer

4.3 Andre indholdsstoffer – producentoplysninger

Ud over nikotin indeholder poserne en række andre stoffer, som også fremgår af deklARATIONEN på pakkerne. For de undersøgte produkter, som fremgår af Tabel 2, drejer dette sig om:

- **Konserveringsstoffer (E200-299)**
 - **Konserveringsmidler:** kaliumsorbat (E202) mm.
- **Antioxidanter (E300-399)**
 - vinsyre (E334)
- **Konsistensmidler (E400-499)**
 - **Cellulose** (E460) (nikotin (salt) bindes til cellulose, så som mikrokrySTALLINSK cellulose eller mikrosfærer af stivelse og blandinger heraf).
 - **Stabilisator og fortykningsmiddel:** natriumalginat (E401), xantangummi (E415)
 - **Fugtighedsbevarende midler:** glycerol (E422)
- **Salte, syrer og baser (E500-530)**
 - **pH regulerende midler:** calciumklorid (E509), kaliumcarbonat (E501), natriumcarbonat (E500)
 - **Smagsstoffer:** salmiak/ammoniumklorid (E510) mm.
- **Sødestoffer (E950-967)**
 - **Sødemidler:** acesulfamkalium (E950), erythritol (E968), xylitol (E967)
- **Andet**
 - Opløsningsmiddel for tilsætningsstoffer og aromastoffer: propylenglykol (E1520)

Disse er alle stoffer, som er godkendt til fødevarer (Europa-Parlamentet, 2008). Eneste stof, som ikke fremgår af listen over godkendte tilsætningsstoffer til fødevarer, er E510 ammoniumklorid. Dette stof er til gengæld på listen over godkendte aromastoffer med visse anvendelsesbegrænsninger (EU Kommissionen, 2012).

4.4 Andre stoffer - litteratur

Fra litteraturen findes et eksempel på en kemisk analyse af nikotinposer, foretaget af Swedish Match (Back et al., 2023). Der er i dette tilfælde tale om analyser af poser af mærket Zyn, som netop fremstilles af Swedish Match. Resultaterne viser at to ZYN-produkter ikke indeholder nitrosaminer eller polyaromatiske hydrocarboner (PAH'er), men til gengæld har lave niveauer af ammoniak, krom, formaldehyd og nikkel. Ved kemisk analyse påvises, at poserne indeholder hhv. 62 ± 1 µg/g og 66 ± 1 µg/g ammoniak for hhv. 'dry' og 'moist' produkter. Desuden måler de $10,3 \pm 0,6$ µg/g og $1,5 \pm 0,1$ µg/g formaldehyd (Back et al., 2023). Kilden hertil belyses ikke. Formaldehyd er klassificeret som både mutagen kategori 2 og kræftfremkaldende kategori 1B (ECHA, 2024). Grundet de lave niveauer vurderer forfatterne dog, at poserne vil have en lav toksicitet. Der henvises desuden til et tidligere studie, som viser at ekstrakter fra nikotinposer hverken var mutagene eller genotoksiske (Yu et al, 2022).

5. Miljøkonsekvenser

5.1 Indhold efter brug (nikotin)

For at foretage en screening af nikotinindholdet i poser efter brug blev dåser med brugte nikotinposer af mærket VELO indsamlet (i DTU's fredagsbar). Disse dåser var fra brugere af nikotinposer, som frivilligt donerede deres brugte nikotinposer uden nogen form for kompensation.



FIGUR 6. En ubrugt (til venstre) og brugt (til højre) nikotinpose af mærket

Analyse for nikotinindhold blev foretaget som beskrevet ovenfor (afsnit 3.2). De brugte poser var alle af mærket VELO og af produkttypen 'Freeze 4' med et deklareret nikotinindhold på 10,9 mg/pose. Der blev analyseret brugte poser fra i alt fem æsker (én pose per æske). Resultaterne viste en gennemsnitlig reduktion i nikotinindhold på 37 % ($\sigma=10$ %) efter brug, hvorved en brugt pose i gennemsnit stadig indeholder 63 % af den oprindelige nikotin. Da der ikke er tale om et kontrolleret studie, men derimod brugte poser doneret af frivillige brugere i DTU's fredagsbar, kendes anvendelsestiden for poserne ikke.

Tidligere studier har undersøgt frigivelse af nikotin ved kontrollerede *in vitro* laborietests, hvorved opløseligheden af nikotin fra nikotinposer blev målt over tid (BfR, 2022). Resultater viste, at størstedelen af nikotin blev frigivet inden for de første 20 minutter. Fire ud af 15 poser havde en frigivelse på mere end 70 % inden for de første 5 minutter, hvorimod syv poser frigav mindre end 60 % de første 10 minutter. Den præcise metode anvendt i dette studie fremgår dog ikke i afrapporteringen (BfR, 2022).

Et svensk studie har undersøgt frigivelsen af nikotin ved brug, hvor frivillige forsøgspersoner anvendte poserne i 60 minutter. Her blev der observeret en frigivelse af 50,5-59,1 % af nikotin fra poserne ved brug (Lunell et al., 2020).

I vores undersøgelse ligger frigivelsen ved brug således lavere end tal fra litteraturen. Dette vurderes at kunne tilskrives 1) at forhold under *in vitro* forsøg afskiller sig fra forhold under egentlig anvendelse og 2) at anvendelsestiden kan have været væsentlig kortere end 60 min.

5.2 Skadelige effekter af nikotin

5.2.1 Nikotinforgiftning

Akutte effekter af nikotin på mennesker og dyr har ikke været et primært fokus for denne rapport. Der findes andre publikationer, som omhandler dette, heriblandt en risikovurdering for nikotinposer udgivet af det tyske Forbundsinstitut for Risikovurdering (BfR, 2022). Af denne risikovurdering fremgår LD₅₀ værdier for mus på 3,3 og 24 mg/kg kropsvægt, og 9,2 mg/kg kropsvægt for hunde. Ved en kropsvægt for en hund på 7 kg svarer dette således til en potentielt dødelig dosis på 46-91 mg nikotin. Til sammenligning indeholder nikotinposer, undersøgt i denne rapport, 7,83-27,9 mg nikotin per pose (målte værdier, se afsnit 4.1), som dog reduceres ved brug (se afsnit 5.1).

Symptomer som følge af nikotinforgiftning i hunde beskrives som anspændthed, rysten, høre- og synsforstyrrelser, opkast, savlen, diarré, koordinationsproblemer, svaghed, ufrivillige trækninger og mulige kramper. Ved høje doser kan forekomme stigende grad af lammelse som i sidste ende kan føre til åndedrætsstop og død (Hackendahl et al., 2004).

Nikotinforgiftning hos hunde beskrives af dyrlæger som et stigende problem i Danmark (Agria, 2022), og kan potentielt koste hundenes liv. Ved henkastning af nikotinposer i naturen og i det offentlige rum kan disse således udgøre en risiko for hunde og andre dyr, som forveksler nikotinposer med noget spiseligt. Omfanget af effekter af nikotinposer på dyr i naturen kendes ikke, men vil være relevant at belyse nærmere.

En beregnet LD₅₀ værdi for mennesker ligger på 6,5 til 13 mg/kg kropsvægt (BfR, 2022). For yderligere information om effekter på mennesker ved brug af nikotinposer (herunder genotoksicitet, reproduktionstoksicitet og kræftfremkaldende effekter) henvises til denne rapport (BfR, 2022) samt den videnskabelige litteratur, herunder Ye & Rahman (2023).

5.2.2 Skæbne og effekter af nikotin i miljøet

Nikotin er et alkaloid som findes naturligt i tobaksplanter, hvor det har en funktion i planternes forsvar mod insekter. Historisk set har nikotin været anvendt som et insekticid i landbruget (Hedemand & Strandberg, 2009). Dets anvendelse udnytter nikotins toksicitet over for mange insektarter. Det påvirker insekters nervesystem, hvilket forstyrrer normal nervefunktion og fører til insekternes død (Rose, 2012).

Ifølge en REACH registreringsdossier er nikotin let bionedbrydeligt (testet i henhold til OECD 301B) (ECHA, 2019). Dette stemmer overens med et studie fra litteraturen, som finder at nikotin er let bionedbrydeligt både i vand og i jord (Seckar et al., 2009). Det har en lav log K_{ow} (-2,67 ved pH 2,01 / 0,28 ved pH 7,4 / 1,17 ved pH 12,17) (ECHA, 2019) og har dermed lavt potentiale for at bioakkumulere. Baseret på modellering af dets miljøskæbne forventes nikotin at fordele sig primært i vand (>90 %) efterfulgt af jord, luft og sediment (Seckar et al., 2009).

En EC₅₀ værdi for nikotin, i samme REACH registreringsdossier som nævnt tidligere, er angivet til 11 mg/L for ferskvandsalger (studie udført i henhold til OECD 201). Der er desuden angivet en EC₅₀ værdi for dafnier på 3 mg/L (udført efter OECD 202), en kronisk LOEC for dafnier på 0,02 mg/L (udført efter OECD 211) og en LC₅₀ værdi for fisk >3 mg/L (NOEC=3 mg/L) (studie udført efter OECD 203) (ECHA, 2019). På denne baggrund bestemmes en PNEC for ferskvand på 0,4 µg/L.

Under den Europæiske CLP forordning for klassificering, mærkning og emballering af kemiske stoffer og blandinger, er nikotin (CAS nr. 54-11-5) klassificeret som 'Akvatisk kronisk toksisk kategori 2' med faresætning H411 'Giftig for vandlevende organismer, med langvarige virkninger' (ECHA, 2023).

Nikotin kan således have potentielt skadelige effekter på miljøet. Den reelle eksponering gennem henkastede nikotinposer skal dog belyses yderligere før en egentlig vurdering af risici kan foretages.

Generelt er miljøeffekter af affald fra røgfrie tobaksprodukter for nyligt blevet identificeret som et videnshul (Novotny et al., 2022), hvilket kalder på yderligere undersøgelser inden for dette område.

5.3 Overvejelser om posematerialets miljøskæbne

Posematerialet er i afsnit 2.1. og 2.2. blevet identificeret som værende semi-syntetisk cellulose, med en kemisk sammensætning der minder om celluloseacetat. Der kan på nuværende tidspunkt ikke identificeres studier af nedbrydeligheden af nikotinposer i den videnskabelige litteratur.

I sin naturlige form er cellulose nedbrydeligt og mikrokrySTALLINSK cellulose anvendes som positiv kontrol i nedbrydningstests. Kemisk modifikation af cellulose er dog nødvendigt i mange typer af anvendelser, hvilket vides at påvirke bionedbrydeligheden negativt (Erdal & Hakkarainen, 2022). Den væsentligste cellulosederivat i nuværende kommerciel produktion er celluloseacetat, som blandt andet anvendes til fremstilling af cigaretfiltere. Konventionelle cigaretfiltere af celluloseacetat tager >10 år at nedbryde i naturen (Joly & Coulis, 2018). Et andet studie har påvist 52-82 % nedbrydning under naturlige forhold efter en periode på 5 år (Bonanomi et al., 2020).

På denne baggrund må det forventes at også den semi-syntetiske cellulose, som udgør posematerialet i nikotinposer, vil være forholdsvist langsomt nedbrydeligt i naturen. Samtidig kan det tilsatte bindemiddel potentielt påvirke nedbrydeligheden i negativ retning. Selv i de tilfælde hvor bindemidlet er en bionedbrydelig polymer, har tidligere undersøgelser vist, at deres nedbrydelighed i høj grad vil afhænge af miljøfaktorer såsom fugtighed, temperatur og lys (Afshar et al., 2023). Posens indhold af nikotin og øvrige tilsætningsstoffer kan også påvirke posens nedbrydelighed. For bedre at kunne vurdere nikotinposernes nedbrydelighed i miljøet kræves således yderligere eksperimentelle undersøgelser. Dette indbefatter også dannelsen af mikroplast gennem denne nedbrydningsproces.

5.4 Overvejelser ift. cirkulær økonomi

Nikotinposerne forhandles i cylinderformede plastikbøtter, som indeholder omkring 18-24 poser afhængigt af det enkelte mærke. Under æskens låg er der et lille kammer, hvor man kan opbevare de brugte nikotinposer, hvis man ikke befinder sig i nærheden af en skraldespand. Dåserne er typisk fremstillet af polypropylen (PP).

I Danmark blev der i 2021 genereret 72,000 tons affald i form af plast emballage, heraf 44,000 tons fra husholdninger (Miljøstyrelsen, 2021). Polypropylen er en af de hyppigst forekommende plasttyper, som tilsammen med polyethylen (PE) og polyethylenterephthalat (PET) udgør 90 % af plasten i husholdningsaffaldet (Forum for Cirkulær Plastemballage, 2019). Dåserne er således kompatible med de nuværende genanvendelsessystemer for plast. Det forudsætter dog at dåserne med de brugte nikotinposer bortskaffes på korrekt vis, hvilket betyder at de brugte nikotinposer, som opsamles i låget, skal bortskaffes som restaffald inden selve dåsen kan sorteres som plastaffald.

Det er dog plausibelt at denne sortering ikke altid finder sted og at dåserne enten:

- 1) Sorteres som restaffald. Derved forspildes muligheden for genanvendelsen af en ren plastfraktion af PP.

- 2) Sorteres som plastaffald uden forudgående tømning. Her risikerer de brugte nikotinposer at forurene den sorterede plastfraktion og dermed reducere kvaliteten af plaststrømmen.

Det er således af afgørende for den cirkulære økonomi af emballagen, at forbrugeren er oplyst om hvordan emballagen sorteres korrekt, og handler herefter. Forbrugsvaner i forhold til bortskaffelse af både nikotinposer og dåser bør undersøges nærmere, og behovet for yderligere oplysning af forbrugere kan overvejes på denne baggrund.

6. Konklusion

Formålet med denne rapport var at tilvejebringe fagligt funderet viden om nikotinposers sammensætning, indhold af kemiske stoffer, samt miljøkonsekvenserne af henkastning i det offentlige rum efter brug. Baseret på viden indsamlet fra den eksisterende litteratur (videnskabelig litteratur, information fra producenter og web-baseret informationssøgning) samt udvalgte kemiske analyser konkluderes følgende:

- Ud fra producenternes oplysninger må det samlet set formodes, at posematerialet i en typisk nikotinpose er fremstillet af en form af semi-syntetisk cellulose (såsom viskose fleece). Hertil er tilsat et bindemiddel i form af en (bionedbrydelig) polymer, som smelter ved opvarmning og dermed forseglar posens kanter.
- FTIR-analyser bekræfter, at posematerialet er fremstillet af semi-syntetisk cellulose. Det spektrum, som har størst lighed med nikotinposer ud af de undersøgte materialer, er cigaretfiltere (celluloseacetat).
- Kemiske analyser af posernes indhold viser, at nikotinindhold for de 10 undersøgte mærker generelt stemmer overens med deklareret nikotinindhold. Afvigelsen mellem deklareret og målt indhold ligger inden for intervallet ± 24 %.
- Analyser af et begrænset antal brugte nikotinposer ($n=5$) viser en gennemsnitlig reduktion i nikotinindhold på 37 % ($\sigma=10$ %) efter brug. De brugte nikotinposer indeholder dermed stadig 63 % af den oprindelige nikotin.
- Nikotin i henkastede nikotinposer kan have potentielt skadelige effekter på miljøet. Den reelle eksponering skal dog belyses yderligere før en egentlig vurdering af risici kan foretages. Dette underbygges af, at miljøeffekter af affald fra røgfrie tobaksprodukter generelt er identificeret som et videnshul (Novotny et al., 2022).
- Ingen konkrete data om nedbrydeligheden af nikotinposer er fundet i litteraturen. Ud fra viden om andre typer af semi-syntetisk cellulose, må det dog antages at nikotinposer nedbrydes langsomt i naturen. Der er behov for yderligere eksperimentelle studier for at forstå nedbrydeligheden af nikotinposer i miljøet, inklusiv potentiel dannelse af mikroplast under nedbrydningen.

7. Referencer

Afshar Afshar, S.V., Boldrin, A., Astrup, T.F., Daugaard, A.E. and Hartmann, N.B., 2023. Degradation of biodegradable plastics in waste management systems and the open environment: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, p.140000.

Agria (2022) Nikotinforgiftning hos hunde, <https://www.agria.dk/hund/artikel/sygdomme-og-skader/nikotinforgiftning-hos-hunde/>

Ali et al., (2023) A study of cellulose and lignin extracted from Sānci bark and their modification, *Cellulose Chem. Technol.*, 57 (7-8), 699-716(2023), [https://www.cellulosechemtech-nol.ro/pdf/CCT7-8\(2023\)/p.699-716.pdf](https://www.cellulosechemtech-nol.ro/pdf/CCT7-8(2023)/p.699-716.pdf)

Back, S., Masser, A.E., Rutqvist, L.E. and Lindholm, J., 2023. Harmful and potentially harmful constituents (HPHCs) in two novel nicotine pouch products in comparison with regular smokeless tobacco products and pharmaceutical nicotine replacement therapy products (NRTs). *BMC chemistry*, 17(1), pp.1-10. <https://bmchem.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13065-023-00918-1/tables/6>.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2022) Health risk assessment of nicotine pouches, <https://doi.org/10.17590/20220204-105615> (besøgt 21 december 2023)

Danmarks Naturfredningsforening (2023), <https://www.dn.dk/nyheder/annes-hund-dode-slugte-nikotinpose-pa-gatur/> (besøgt 18 december 2023)

Danmarks Radio (DR) (2023) <https://www.dr.dk/nyheder/regionale/sjaelland/nikotinposer-bli-ver-smidt-i-naturen-farlige-dyr-og-miljoe> (besøgt 18 december 2023)

Danmarks Statistik (2023) Folketal 1. Januar 2023 <https://extranet.dst.dk/pyramide/pyramide.htm#!a=15.35&v=2&q>

Dansk Producent Ansvar (2023), <https://producentansvar.dk/produkter-og-ansvar/engangsplast/engangsplast-tobaksfiltre/> (besøgt 18 december 2023)

Erdal, N.B. and Hakkarainen, M., 2022. Degradation of cellulose derivatives in laboratory, man-made, and natural environments. *Biomacromolecules*, 23(7), pp.2713-2729.

European Chemical Agency (ECHA) (2019), ECHA Dossier Publication, Last updated on 19-Feb-2019, https://chem.echa.europa.eu/100.000.177/dossier-view/230cf09e-feee-4dde-a424-6a7e94140612/eec1473c-c5e0-44a2-afa5-bcb0fda78485_eec1473c-c5e0-44a2-afa5-bcb0fda78485?searchText=54-11-5

European Chemical Agency (ECHA) (2023), Nicotine (Brief Profile) last updated 22/12/2023. <https://echa.europa.eu/brief-profile/-/briefprofile/100.000.177>

European Chemical Agency (ECHA) (2024), Formaldehyde – Brief Profile <https://echa.europa.eu/brief-profile/-/briefprofile/100.000.002>

Europa-Parlamentet (2008), Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1333/2008 af 16. december 2008 om fødevarerilsætningsstoffer (EUT L 354 af 31.12.2008, s. 16-33)

EU Kommissionen (2012, KOMMISSIONENS GENNEMFØRELSESFORORDNING (EU) Nr. 872/2012 af 1. oktober 2012, tilgængelig via https://food.ec.europa.eu/safety/food-improvement-agents/flavourings/eu-rules_en

EU Kommissionen (2023), https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics_en (besøgt 18 december 2023)

Forum for Cirkulær Plastemballage (2019), Designguide Genbrug og genanvendelse af plastemballage til de private forbrugere <https://plast.dk/wp-content/uploads/2019/12/Designguide-Genbrug-og-genanvendelse-af-plastemballager-til-de-private-forbrugere-online-version.pdf>

Geminiani, L., Campione, F. P., Corti, C., Luraschi, M., Motella, S., Recchia, S., & Rampazzi, L. (2022). Differentiating between Natural and Modified Cellulosic Fibres Using ATR-FTIR Spectroscopy. *Heritage*, 5(4), 4114-4139.

Glugoski, L.P., de Jesus Cubas, P. and Fujiwara, S.T., 2017. Reactive Black 5 dye degradation using filters of smuggled cigarette modified with Fe 3+. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, pp.6143-6150.

Hackendahl, N., Sereda, C. and Volmer, P.A., 2004. The dangers of nicotine ingestion in dogs. *VETERINARY MEDICINE-BONNER SPRINGS THEN EDWARDSVILLE-*, 99(3), pp.218-224.

Hartmann, N.B., Huffer, T., Thompson, R.C., Hasselov, M., Verschoor, A., Daugaard, A.E., Rist, S., Karlsson, T., Brennholt, N., Cole, M. and Herrling, M.P., (2019a). Are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris.

Hartmann, N.B., Hüffer, T., Thompson, R.C., Hassellöv, M., Verschoor, A., Daugaard, A.E., Rist, S., Karlsson, T., Brennholt, N., Cole, M. and Herrling, M.P., (2019b). Response to the letter to the editor regarding our feature "are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris". *Environmental Science & Technology*, 53(9), pp.4678-4679.

Hedemand, T & Strandberg, MT 2009, Pesticider - påvirkninger i naturen. MiljøBiblioteket, no. 15, Hovedland. <http://www2.dmu.dk/Pub/MB15.pdf>

Hospodarova, V., Singovszka, E. and Stevulova, N., 2018. Characterization of cellulosic fibers by FTIR spectroscopy for their further implementation to building materials. *American journal of analytical chemistry*, 9(6), pp.303-310.

Joly, F.X. and Coulis, M., 2018. Comparison of cellulose vs. plastic cigarette filter decomposition under distinct disposal environments. *Waste Management*, 72, pp.349-353.

Leppänen, I., Vikman, M., Harlin, A. and Orelma, H., 2020. Enzymatic degradation and pilot-scale composting of cellulose-based films with different chemical structures. *Journal of Polymers and the Environment*, 28, pp.458-470.

Lunell, E., Fagerström, K., Hughes, J. and Pendrill, R., 2020. Pharmacokinetic comparison of a novel non-tobacco-based nicotine pouch (ZYN) with conventional, tobacco-based Swedish snus and American moist snuff. *Nicotine and Tobacco Research*, 22(10), pp.1757-1763.

Miljøstyrelsen, 2023. Affaldsstatistik 2021 Revideret udgave Miljøprojekt nr. 2247, Oktober 2023, ISBN: 978-87-7038-566-4 <https://mst.dk/publikationer/2023/oktober/affaldsstatistik-2021>

NextGen A/S (2022), EP 4 000 424 A1

<https://data.epo.org/publication-server/document?iDocId=6827771&iFormat=0>

Novotny TE, Bialous SA, Hill K, Hamzai L, Beutel M, Hoh E, Mock J, Matt GE. Tobacco Product Waste in California: A White Paper. California Tobacco Control Program, California Department of Public Health, February 28, 2022 [https://merg.sdsu.edu/wp-content/uploads/2022/05/Tobacco-Product-Waste-in-California -A-White-Paper.pdf](https://merg.sdsu.edu/wp-content/uploads/2022/05/Tobacco-Product-Waste-in-California-A-White-Paper.pdf)

Olsson, A. M., & Salmén, L. (2004). The association of water to cellulose and hemicellulose in paper examined by FTIR spectroscopy. *Carbohydrate research*, 339(4), 813-818.

RJ Reynolds Tobacco Co (2022), Sebastian et al. <https://patents.google.com/patent/US20220386689A1/en> (NB. *RJR er nu British American Tobacco*)

Rose, P.H., 2012. Nicotine and the neonicotinoids. *Mammalian toxicology of insecticides*, 12, pp.184-220, <https://doi.org/10.1039/9781849733007-00184>

Seckar, J.A., Stavanja, M.S., Harp, P.R., Yi, Y., Garner, C.D. and Doi, J., 2008. Environmental fate and effects of nicotine released during cigarette production. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 27(7), pp.1505-1514.

SNØ (2023), Discover the Flavours, <https://www.sno-time.com/products/index.php>

Sundhedsstyrelsen (2023), Brug af røgfrie nikotinprodukter blandt unge §RØG – en undersøgelse af forbrug af snus, tyggetobak og nikotinposer, efterår 2022, tilgængelig via URL: <https://www.sst.dk/-/media/Udgivelser/2023/Brug-af-r%C3%B8gfrie-nikotinprodukter-blandt-unge/Brug-af-roegfrie-nikotinprodukter-blandt-unge-efteraar-2022 -Sundhedsstyrelsen-2023.ashx> (besøgt 18 december 2023)

Syberg, K., Palmqvist, A., Khan, F.R., Strand, J., Vollertsen, J., Clausen, L.P.W., Feld, L., Hartmann, N.B., Oturai, N., Møller, S. and Nielsen, T.G., 2020. A nationwide assessment of plastic pollution in the Danish realm using citizen science. *Scientific reports*, 10(1), p.17773.

Ye, D. and Rahman, I., 2023. Emerging Oral Nicotine Products and Periodontal Diseases. *International Journal of Dentistry*, 2023.

Yu, F., Rudd, K., Pour, S.J., Trelles Sticken, E., Dethloff, O., Wieczorek, R., Nahde, T., Simms, L., Chapman, F., Czekala, L. and Stevenson, M., 2022. Preclinical assessment of tobacco-free nicotine pouches demonstrates reduced in vitro toxicity compared with tobacco snus and combustible cigarette smoke. *Applied in vitro toxicology*, 8(1), pp.24-35.

Zyn (2023a), How are ZYN Nicotine Pouches Made?

<https://uk.zyn.com/blog/behind-zyn/how-nicotine-pouches-are-made/>

Zyn (2023b), Help Centre, <https://uk.zyn.com/help-centre.list>

Bilag 1. Spørgeskema

Spørgsmål

Følgende spørgsmål og svarmuligheder var inkluderet i spørgeskema:

Undersøgelse af brug af nikotinposer i Danmark

Denne undersøgelse har til formål at indsamle viden om brugen af nikotinposer i Danmark, herunder mest anvendte mærker og forbrugsvaner (anvendelsestid og bortskaffelse). Disse informationer indgår i vores arbejde med at evaluere eventuelle miljøkonsekvenser af nikotinposer i Danmark. Der indsamles ingen personfølsomme oplysninger og alle besvarelser er anonyme. For yderligere information kontakt Seniorforsker Nanna Hartmann (nibh@dtu.dk, DTU Sustain).

1. Hvilke af følgende mærker af nikotinposer har du brugt? (vælg alle relevante)
 - Zyn
 - Velo
 - Volt
 - Shiro
 - Lyft (nu Velo)
 - Pablo
 - Gritt
 - Ace
 - ZoneX
 - Nordic Spirit
 - Killa
 - White Fox
 - 77
 - Siberia
 - Skruff
 - NOR
 - Rabbit
 - Andet

2. Hvilket mærke af nikotinposer anvender du mest pt.? (vælg ét svar)
 - Zyn
 - Velo
 - Volt
 - Shiro
 - Lyft (nu Velo)
 - Pablo
 - Gritt
 - Ace
 - ZoneX
 - Nordic Spirit
 - Killa
 - White Fox
 - 77
 - Siberia

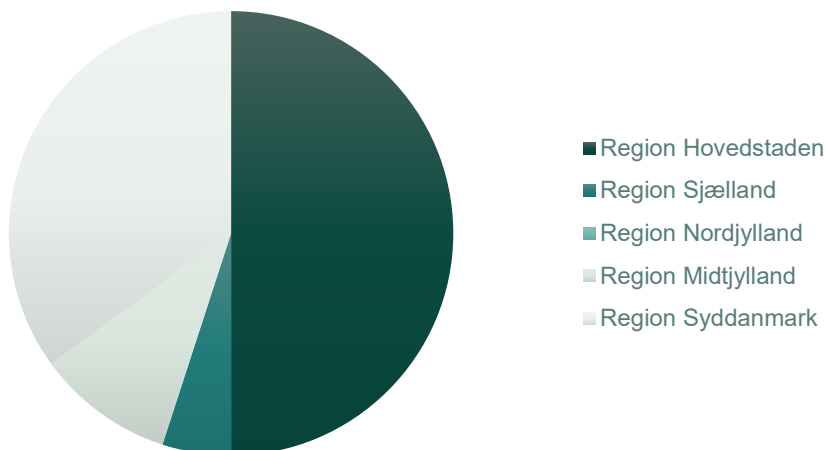
- Skruff
 - NOR
 - Rabbit
 - Andet
3. Hvor længe beholder du typisk en nikotinpose i munden?
- Under 15 minutter
 - 15-30 minutter
 - 30-45 minutter
 - over 45 minutter
4. Hvor tit smider du dine brugte nikotinposer i naturen eller på vejen (i stedet for at opsamle dem i låget eller smide dem i skraldespanden)?
- Aldrig
 - Sjældent
 - Nogle gange
 - Ofte
 - Meget ofte
5. Hviken region bor du i?
- Region Hovedstaden
 - Region Sjælland
 - Region Nordjylland
 - Region Midtjylland
 - Region Syddanmark
6. Hvor gammel er du?
- Under 18
 - 18-25
 - 26-35
 - 36-45
 - 46-55
 - 56-65
 - Over 65

Spørgeskemaet blev oprettet gennem en online spørgeskemaplatform (SurveyMonkey) og distribueret gennem sociale medier (Facebook, herunder grupperne 'Spørgeskema' og 'Facebook Kolding').

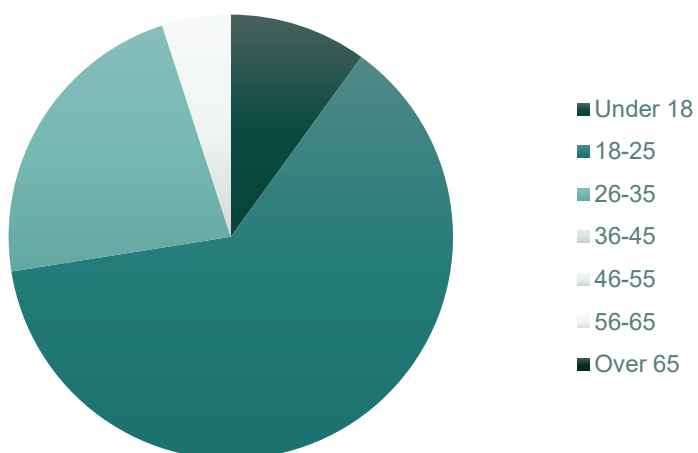
Demografiske information om respondenter

I alt 40 personer svarede på spørgeskemaet i perioden 11.-17. december 2023. Spørgeskemaet indeholder ikke spørgsmål om personfølsomme informationer og alle besvarelser er anonyme. Demografiske informationer om respondenter kan ses i figurene nedenfor.

Hviken region bor du i?



Hvor gammel er du?



Bilag 2. Nikotinposer i dette studie

Følgende nikotinposer er undersøgt i forhold til nikotinindhold og posemateriale:



| | | |
|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1. Rabbit - Blue Ice | 2. Pablo - Ice Cold Extra Strong | 3. Siberia – White Dry* |
| 4. Killa – Cold Mint | 5. ZoneX – Cold Blast | 6. Gritt – Frost Bite Strong |
| 7. Volt – Dark Frost Slim | 8. NOR - Peppermint | 9. White Fox – Double Mint |
| 10. Velo – Freeze 4 | 11. Zyn – Cool Mint | |

*Siberia White Dry viste sig at indeholde tobak, og udgik derfor i analyserne.

Rapporten sammenfatter og tilvejebringer fagligt funderet viden om nikotinposers sammensætning, indhold af kemiske stoffer, samt miljøkonsekvenserne af henkastning i det offentlige rum efter brug.

Rapporten er baseret på viden indsamlet fra den eksisterende litteratur (videnskabelig litteratur, information fra producenter og web-baseret informationssøgning) samt udvalgte kemiske analyser:



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk