



***Onderzoek naar het nazomergebruik
van het reduit op Fort Vechten door
vleermuizen.***

***De inpassing van een publieksfunctie in
het zuidoostelijk deel van het reduit.***

E. A. Jansen & H.G.J.A. Limpens



oktober 2007

Rapport van de Zoogdiervereniging VZZ

In opdracht van de Provincie Utrecht & Staatsbosbeheer

Onderzoek naar het nazomergebruik van het reduit op Fort Vechten door vleermuizen.

De inpassing van een publieksfunctie in het zuidoostelijk deel van het reduit.

ISBN:

| | |
|-------------------------------|---|
| Rapport nr.: | 2007.39 |
| Datum uitgave: | oktober 2007 |
| Status uitgave: | definitief |
| Auteur: | E.A. Jansen |
| Illustratie kaft: | B. van Noort |
| Overige illustraties: | E.A. Jansen |
| Projectnummer: | 430.253 |
| Projectleider: | Herman Limpens |
| Productie: | Stichting VZZ Oude Kraan 8, 6811 LJ Arnhem, Nederland Tel. 026-3705318, E-mail: zoogdier@vzz.nl |
| Naam en adres opdrachtgever: | Provincie Utrecht :dienst Ruimte & groen/ Dienst recreatie |
| Contactpersoon opdrachtgever: | Jan-dirk Kievit, Renske Swart Provincie Utrecht Postbus 80300 3508 TH Utrecht |
| Emailadres en Tel. nr. | |
| Oplage van het rapport: | 5x gedrukt, 1x als PDF |

Dit rapport kan geciteerd worden als:

Jansen, E.A., 2007. Onderzoek naar het nazomergebruik van het reduit op Fort Vechten door vleermuizen. De inpassing van een publieksfunctie in het zuidoostelijk deel van het reduit. VZZ rapport 2007.39. Zoogdierverseniging VZZ, Arnhem.

De Stichting VZZ, onderdeel van de Zoogdierverseniging VZZ is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade die voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van de VZZ; opdrachtgever vrijwaart de Stichting VZZ voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing. © Zoogdierverseniging VZZ

Niets uit dit rapport mag worden veeveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Zoogdierverseniging VZZ, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUD

| | |
|---|----|
| Voorwoord en dankwoord | 6 |
| Samenvatting | 8 |
| 1 Inleiding | 10 |
| 1.1 Vleermuizen en hun bescherming | 10 |
| 1.2 Gebiedsbeschrijving | 11 |
| 1.3 Type ingreep | 11 |
| 2. Materiaal en methoden | 12 |
| 3. Resultaten | 14 |
| 3.1 De Veldobservaties | 14 |
| 3.2 De passieve activiteiten metingen | 14 |
| 3.3 Enkele waarnemingen van zwermgedrag in andere gebouwen | 16 |
| 4. Discussie | 18 |
| 4.1 Ruimtelijk gebruik van het reduit bij het nazomer zwermen | 18 |
| 5. Inpassing van het nevengebruik | 20 |
| 5.1 Mogelijke rondleidingroutes | 20 |
| 5.2 Effecten van de kap van een vegetatiestrook van 20 m breed over het fort | 23 |
| 6. Conclusie en aanbevelingen | 24 |
| 7. Optimaliseren en aanpassingen | 25 |
| 7.1 Optimaliseren van de zwermlocaties | 25 |
| 7.2 Optimaliseren van de winterverblijfloccaties | 26 |
| 7.3 Aanpassingen voor verschiene gebouwtipes | 27 |
| 8. Literatuur | 36 |
| Bijlagen | 40 |



VOORWOORD EN DANKWOORD

Fort Vechten is een van de grootste forten binnen de Nieuwe Hollandse Waterlinie. Maatschappelijk bestaat de wens deze forten meer toegankelijk te maken voor het publiek. Tegelijkertijd wil men de recreatiemogelijkheden op en om de forten verhogen, maar tevens ook de natuurwaarden behouden en versterken. Op drie locaties, waaronder fort Vechten, zijn grotere, meer museale bestemmingen gepland die in de toekomst moeten fungeren als informatiecentra voor de gehele linie. Diverse vormen van inrichting van het fortterrein zijn in studie. In voorgaand jaar heeft al een uitgebreid onderzoek plaatsgevonden naar hoe vleermuizen in de wintermaanden gebruik maken van de verschillende gebouwen (-delen), zie Jansen, Limpens & van der Sluis Spitzen 2006.

De huidige opdracht voor de Zoogdiervereniging VZZ bestond uit het vaststellen hoe vleermuizen in de nazomer gebruik maken van het reduit van Fort Vechten. De specifieke vragen waren welke delen van het reduit worden gebruikt als zwermzone, welke ingangen worden door vleermuizen gebruikt en welke delen worden gebruikt om andere vertrekken te bereiken. Hierna is gekeken welke inrichtingsvorm het beste past bij het huidige gebruik door vleermuizen. Welke maatregelen zijn nodig ter vermindering of verzachting (mitigatie) van conflicten en welke vorm van compensatie moet geboden worden.

Daarnaast is men voornemens op een deel van het fort de vegetatie en het gronddek te verwijderen. Ook dit aspect is beoordeeld.

Ik dank Jan Dirk Kievit voor commentaar op een eerdere versie van dit rapport.



SAMENVATTING

In de nazomer van 2006 is onderzoek verricht naar het ruimtelijk gebruik van het reduit van Fort Vechten door vleermuizen als aanvulling op de in 2005 verzamelde gegevens omtrent gebruik en functioneren van Fort Vechten als winterverblijfplaats voor vleermuizen en mogelijkheden tot ontwikkeling.

Het reduit wordt gebruikt zowel als voorzomer als ook als nazomer zwermlocatie. In tegenstelling tot het reduit op Fort bij Rijnauwen zijn er in Fort Vechten meerdere zones waar zwermdende vleermuizen aanwezig zijn. Dit zijn vaak de warmere plekken in het gebouw. Observaties op andere locaties geven aan dat er een duidelijke link is tussen de zwermlocaties en de belangrijkste overwinteringlocaties. Tijdens het zwermen vliegen dieren regelmatig heen en weer tussen deze locaties, hiervoor worden in het reduit van Vechten vooral de centrale gang en korte delen van de zuidelijke en noordelijke gang gebruikt. Er zijn drie varianten onderzocht op hun effect op de kwaliteiten van de aanwezige vleermuisfuncties. De variant waarbij de meeste kwaliteiten behouden blijven is een rondleidingroute door de zuidelijke gang waarbij voor het frontbastion het reduit weer wordt verlaten.

Tevens is voor een variant met een voorjaar-zomerroute en een nazomer-winterkoude aangegeven welke bouwkundige aanpassingen noodzakelijk zijn.

De kap van een bomenrij in zuidwestelijke, noordoostelijke of oostelijke richting levert de meeste winst op in het ontstaan van nieuwe gunstige windbeschutte jachtplekken tegen de omwalling van het fort, maar hiervoor moeten ook de meeste bomen gekapt worden, omdat op deze locaties de bosstructuur het breedst is. Voor een open strook net langs de flankbatterij moeten de minste bomen gekapt worden, maar de hiermee ontstane doorzichtvensters komen wel uit op de plek aan de fortweg bij de parkeerplaats en de weg naar het recreatieterrein Nieuw Wulven. Nadeel is dat dan juist de enkele bomen die door ruige dwergvleermuizen als paarplek gebruikt worden moeten wijken. Beter is het de koers zo te verleggen dat deze bomen niet gespaard worden. Het blootleggen van een flankbatterij biedt ook de mogelijkheid tot het inrichten van een zomerlocatie voor vleermuizen. Deze kan een extra attractie vormen voor het publiek.



1 INLEIDING

1.1 Vleermuizen en hun bescherming

In Nederland leven verschillende soorten vleermuizen die zich overdag verschuilen in gebouwdelen zoals spouwmuren, achter gevelbekleding/-betimmering, onder dakpannen of in dilatatievoegen. Andere soorten verblijven in boomholten of spleten in bomen. Deze plekken bieden vleermuizen bescherming tegen vijanden en het weer. Vleermuizen zijn zeer trouw aan deze plekken en komen jaren achtereen terug naar dezelfde plekken. Meestal hebben deze ruimten een specifiek klimaat en liggen ze gunstig ten opzichte van jachtgebieden. Gedurende de zomer- en wintermaanden leven vleermuizen in grote groepen bij elkaar.

Op warme avonden verlaten vleermuizen deze schuilplekken en vliegen via vaste routes, vaak langs hoog opgaande landschapselementen zoals lanen en houtwallen, naar hun jachtgebieden. Dagelijks wordt meerdere keren heen en weer gependeld tussen deze gebieden. De afstand die de verschillende soorten afleggen varieert van maximaal 1500m voor gewone grootoortvleermuizen tot 35 km voor meervleermuizen, maar ligt voor de meeste soorten tussen de 1,5-5 km.

Sommige groepen verhuizen regelmatig om dicht bij hun voedselgebied te zitten.

Daarnaast hebben sommige soorten speciale paargebieden, plekken waar in de herfst veel mannetjes zitten en waar de vrouwtjes dan naartoe komen. In de wintermaanden wordt vaak weer een ander gebied opgezocht.

Op bepaalde tijden kan de gehele regionale populatie van een vleermuisensoort overdag op een enkele plek zitten. Dit maakt vleermuizen kwetsbaar, vooral tijdens renovaties en sloop van de betreffende gebouwen of tijdens kap van bomen.

Infrastructurele werken zoals het aanleggen van wegen, het (ver)plaatsen van wegverlichting en verjonging van lanen kunnen tot gevolg hebben dat jachtgebieden en andere leefgebieden voor vleermuizen onbereikbaar worden en kunnen directe slachtoffers maken onder vleermuizen. Veranderingen in het groene landschap betekenen vaak ook veranderingen in kwantiteit en kwaliteit van jachtgebieden voor vleermuizen.

De Flora- en Faunawet, de Habitatrictlijn, de conventie van Bern en de conventie van Bonn verplichten partijen, waaronder niet alleen de Nederlandse Overheid, maar ook lagere overheden en burgers, tot het nemen van stappen t.a.v. vleermuisbescherming, ook wel de zorgplicht genoemd. Een van de verplichtingen is vleermuispopulaties in gunstige staat van instandhouding te houden of te herstellen.

Recent zijn door Limpens & Rosschen (1996, 2002) diverse nieuwe onderzoeksmethoden ontwikkeld om verschillende deelleefgebieden en het netwerk van vleermuizen grotendeels in kaart te brengen. Hoe deze resultaten ingepast kunnen worden in de planvorming laten onder andere Brinkmann et al. (1996), Brinkmann & Limpens (1999) en Limpens & Twisk (2004) zien. In 2007 zijn spelregels opgesteld voor de ontwikkeling van Forten in de Hollandse Waterlinie. (Limpens, Jansen & Dekker 1997.)

1.2 Gebiedsbeschrijving

Fort Vechten ligt net ten zuidoosten van de stad Utrecht, in een open weidegebied tussen Houten, Bunnik en Utrecht. Door het gebied lopen enkele oude bomenlanen die aansluiting hebben op de begroeiing op het fort. Op een halve kilometer afstand liggen de Kromme Rijn en de Wulvense wetering. Aan de noord en westzijde van het fort is veel menselijke infrastructuur aanwezig in de vorm van snelwegen en spoorlijnen. Het terrein van fort Vechten is 17 ha groot en bestaat uit een relatief dichte begroeiing van oude bomen, een goed ontwikkelde struiklaag en licht verruigde kruidlaag. Beschutte open plekken zijn op veel plaatsen aanwezig, o.a. de oude geschutsplaatsen en de verharde wegen. Op het terrein liggen diverse uit bakstenen opgetrokken grondgedekte gebouwen. Enkele van deze gebouwen zijn permanent of tijdelijk in gebruik als werkplaats, feest- of vergaderzaal, trainingsplaats of opslagplaats. Diverse gebouwen hebben de functie als overwinteringverblijfplaats voor vleermuizen. In het voorjaar van 2005 kon ook vastgesteld worden dat enkele gebouwen (-delen) de functie hadden als zwermlocatie. In 2005 kon ook het gebruik van het terrein als jachtgebied, paarplek en verbindingroute worden vastgesteld.

1.3 Type ingreep

Er bestaat de maatschappelijke wens om de forten van de Hollandse Waterlinie toegankelijker te maken en de recreatiemogelijkheden op en om de forten te vergroten. Tevens is er de wens met deze ontwikkeling de natuurwaarden van het gebied te behouden/ te versterken.

Voor Fort Vechten is men voornemens een of meer museale functies op het fortterrein te vestigen. Tevens zal dit fort moeten fungeren als informatiecentrum voor de Nieuwe Hollandse Waterlinie. Diverse inrichtingsplannen en gebruiksvormen zijn in studie. Zo is men voornemens een deel van het reduit op te nemen in een educatieve route, namelijk dat deel waar maar weinig overwinterende vleermuizen worden aangetroffen. Bij dit deel werden in het voorjaar van 2005 wel zwermmende vleermuizen aangetroffen. De rol en de functie van dit deel in de eigenlijke zwermperiode in het najaar was onbekend en is met dit onderzoek nader onderzocht.

Tevens is men voornemens het fort ook in doorsnede te laten zien waarbij een deel van de begroeiing gekapt zal moeten worden en een enkel gebouwdeel blootgelegd zal worden. Ook de beoordeling van deze effecten is voorgelegd.

2 MATERIAAL EN METHODEN

Het reduit is op drie verschillende avonden verspreid in het zwermseizoen bezocht, nl. 19 september, 25 september en 30 september. Het onderzoek startte vanaf een half uur na zonsondergang en duurde tot 01.30-02.30. Tijdens deze periode werd het reduit per nacht 4-5 x doorkruist. Tijdens het onderzoek werd alleen zwak op de grond gericht licht gebruikt om verstoring van het natuurlijke gedrag van vleermuizen zoveel mogelijk te vermijden.

Zwermende vleermuizen werden opgespoord en geregistreerd met een D240 vleermuisdetector. Het gedrag werd waargenomen met een videocamera op nightshot stand (Panasonic) en een sterke infrarood lichtbron (IR lights 6). Locaties en vliegrichtingen van zwermende dieren werden op plattegronden ingetekend. Vleermuizen die stationaire posities hadden ingenomen werden met symbolen ingetekend. Op diverse momenten werden er met een minidisk recorder geluidsopnamen gemaakt die later met Batsound (Pettersson AB) op soort geanalyseerd werden.

Naast interne inspecties werd het reduit ook 2x per avond buitenom geïnspecteerd. Tussen de inspectieronden werden ook eenmaal per avond de andere grotere grondgedekte gebouwen bezocht om ook hier de eventueel zwermende vleermuizen vast te stellen.

Om een indruk te krijgen van het totaal aantal dieren dat naar de zwermlocatie in het reduit komt is er op een locatie, kamer 06, een permanent vleermuisregistratiesysteem geplaatst. Hiervoor is een Anabat sd1 gebruikt van Tittley electronics. Dit systeem neemt van iedere passerende vleermuis het geluid op en geeft het bestand een tijd- en datumcode mee. Op 25 september is de batterij vervangen. Helaas bleek het niet mogelijk met dit systeem de geluiden van watervleermuizen en baardvleermuizen te onderscheiden. Op een avond werd dit systeem gestoord door een sterke zender op of in de nabijheid van het fort.



3 RESULTATEN

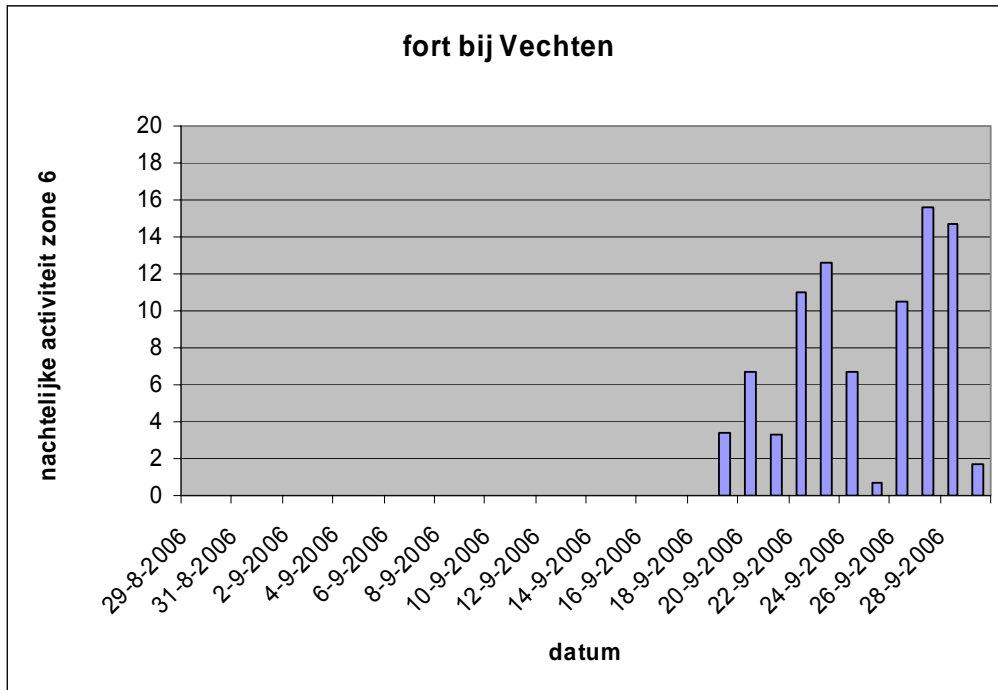
3.1 De veldobservaties

Tijdens de eerste en tweede ronde van de avonden bleken er al op enkele plaatsen in het reduit lethargische watervleermuizen en baardvleermuizen aanwezig te zijn. Deze dieren zaten in de kruitkamers en in een van de privaatruimten. Figuur 1 geeft een overzicht van de locaties van deze lethargische dieren. Daarnaast zijn op enkele avonden hangende niet lethargische dieren aanwezig op verschillende locaties in het reduit, dit waren watervleermuizen, baardvleermuizen en gewone grootoren. Tijdens de rondes waren steeds tenminste 4 tot maximaal 8 zwermende dieren aanwezig in het reduit. Zoals al eerder vastgesteld is het reduit een zwermlocatie voor verschillende soorten vleermuizen. Op deze zwermlocatie zijn naast watervleermuizen ook baardvleermuizen, franjestaarten en gewone grootoren aanwezig. De meeste zwermactiviteit werd aangetroffen rond de kop van het reduit en de aangrenzende ganggedeelten. Ook rond de andere kopgedeelten zijn zwermende vleermuizen aangetroffen, maar de zwermactiviteit was hier geringer. Verschillende ganggedeelten werden gebruikt om van kamer naar kamer te komen, vleermuizen gebruiken alleen na verstoring de routes buiten langs. Tijdens het veldwerk waren de temperatuursverschillen tussen de verschillende kamers gering. Wel was er een koudere zone aan de noordwest zijde van het reduit.

Op een avond werd ook de westzijde gebruikt. Af en toe verdwenen dieren ook naar buiten, de exacte in- en uitgangen konden niet worden vastgesteld. In tegenstelling tot in het voorjaar werden er nu nauwelijks buiten zwermende vleermuizen waargenomen.

3.2 De passieve activiteitsmetingen

Het Anabatsysteem heeft van 19 september tot 30 september zonder uitvaldagen gefunctioneerd. Figuur 3 laat de resultaten zien. Op 22-24 september en van 26-28 september was er veel activiteit in het reduit. Dit verloop van activiteit komt sterk overeen met het verloop van de zwermactiviteit in Fort Rijnauwen ($r^2=0,96$) maar verloopt totaal anders dan in Fort Nieuwersluis. Alleen is de geregistreerde activiteit in Vechten 20x hoger dan in Fort Rijnauwen. Dit kan liggen aan de locatie van de units, waarbij de unit in Vechten dichterbij de zwermzone stond dan die in Rijnauwen, en aan de wijze waarop de units verstopt waren. De microfoon in Vechten hing vrij in de ruimte terwijl deze in Rijnauwen achter geperforeerd plastic zat.



Figuur 3: Activiteitsverloop zoals geregistreerd door de Anabat SD-1 unit in Fort Vechten, operationeel van 19 september-30 september.



3.3 Enkele waarnemingen van zwermgedrag in andere gebouwen.

In de noordwest flankbatterij van de bomvrije kazerne werden bijna iedere avond zwerpende watervleermuizen en franjestaarten waargenomen. In de zuidoost flankbatterij van de bomvrije kazerne werd op twee avond een zwerpende watervleermuis waargenomen en op een avond een zwerpende gewone grootoorvleermuis. In de flankbatterij werden op een avond 6 baardvleermuizen waargenomen, waarvan twee lethargisch en 4 zwerpend, terwijl in deze ruimte zowel alle deuren openstonden alsook het licht rond middernacht nog volop aan was. Bij het wachtlokaal naast de ingang werden tijdens de inspecties geen zwerpende vleermuizen (meer) waargenomen.





4 DISCUSSIE

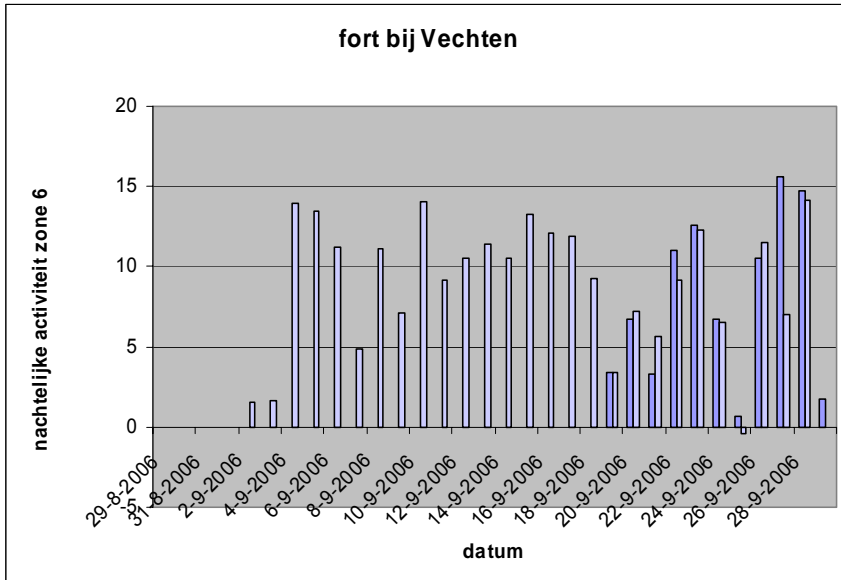
Het onderzoek is relatief laat in het seizoen gestart. Op 19- 20 september was er maar 18% van maximale zwermactiviteit, op 25/26 september 50% van de maximale activiteit en op 30 september maar 18% van maximale zwermactiviteit. De avonden van de visuele veldobservaties blijken hiermee buiten de perioden met hoge activiteit te hebben gelegen. De visueel vastgestelde activiteit is een factor 4-8 lager dan op 6 september in het reduit op Fort bij Rijnauwen. De activiteitsmetingen met behulp van de Anabat- sd1 unit geven aan dat het verloop van de zwermactiviteit in de laatste twee weken van september gelijk verloopt in Fort bij Vechten en Fort bij Rijnauwen, maar totaal verschillend is ten opzichte van Fort Nieuwersluis. De soortensamenstelling van overwintersaars in Fort bij Rijnauwen en Fort bij Vechten lijkt op elkaar, maar verschilt sterk met die van Fort Nieuwersluis.

Per ronde in de nacht waren er in het reduit van Fort bij Vechten maar 3-6 dieren tegelijk aanwezig. De eerste resultaten bij vangacties op Fort Honswijk geven aan dat vleermuizen in kleine groepjes naar het fort komen en de werkelijke aantallen 8-15x hoger liggen dan visueel vastgesteld wordt. Per nacht zijn ongeveer 24-80 dieren aanwezig geweest. Buitenlands onderzoek (Parsons & Jones 2003) geeft aan dat individuen vaak maar 1-3x op de zwermlocatie aanwezig zijn; of dit ook voor de Nederlandse situatie geldt is onbekend. Indien dit voor de Nederlandse situatie ook geldt maken enkele honderden vleermuizen gebruik van deze zwermlocatie. Het massagraf van 120 gewone grootoren dat in 1996 in de flankbatterij van de bomvrije kazerne gevonden werd geeft aan dat dit realistische schattingen zijn.

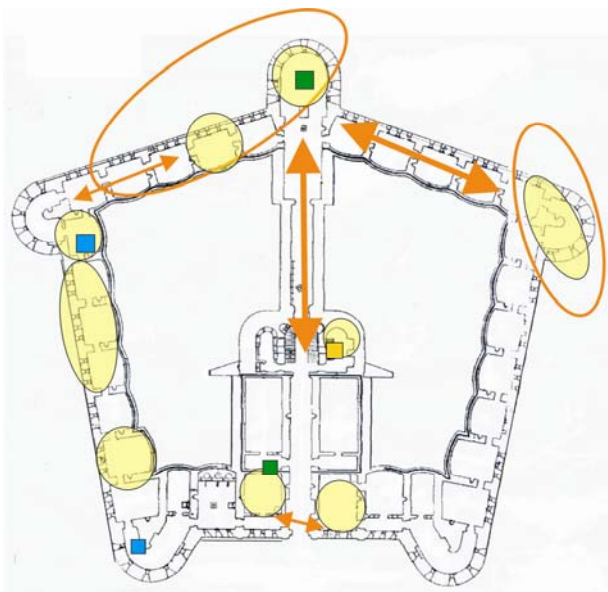
4.1 Ruimtelijk gebruik van het reduit bij het nazomer zwermen

Vleermuizen gebruiken een groot deel van het reduit om te zwermen. De voorkeursplekken liggen verspreid in het reduit. De drukst bezochte plek is het bastion aan de frontzijde. Daarnaast werden regelmatig vleermuizen aangetroffen rond het bastion in de noordwestzijde en de gang tussen het noordwest bastion en het oost- noordoost bastion. De centrale gang en de oostzijde werden gebruikt om in de andere kamers te komen. In andere forten waar in 2006 zwermonderzoek plaatsvond (Jansen & Limpens in prep) was het zwermen geconcentreerd in en vlakbij belangrijke overwinteringslocaties. Het zwermen vond vooral plaats in aangrenzende vaak veel warmere gedeelten van het fort. Zo ligt de zwermzone in het reduit van Fort bij Rijnauwen vooral rond het trappat en het veel warmere bovengedeelte. Zo'n sterk temperatuursverschil als in het reduit van Fort bij Rijnauwen werd niet in het reduit van Vechten opgemerkt. De enige warme ruimtes waren het noordwest en het zuidoost bastion. Twee flankbatterijen op Fort bij Vechten waren wel beduidend warmer.

De kruitkamers en de privaatruimten zijn de eerste ruimten waarin in het reduit van Fort bij Vechten (ook tijdens het warme weer van 2006) rond half september al winterslapende vleermuizen aanwezig zijn. Dit zijn in september de koudste ruimten. In Rijnauwen werden de eerste overwintersaars ook in de diepst ondergronds liggende delen, de kruitkamers, aangetroffen.



Waarschijnlijk verloop van zwermactiviteit in Fort Vechten nazomer 2006.



Figuur 2 ligging van de zwermzones in en rond het reduit van Fort Vechten.

- Legenda:
- Zwermzone (binnen)
 - Zwermzone (buiten)
 - Verbindingskamers
 - Hangplek actieve water vleermuis
 - Hangplek actieve baardvleermuis
 - Hangplek actieve gewone grootoorvleermuis



5 Inpassing van het nevengebruik

Het reduit van Fort Vechten heeft tenminste twee functies voor vleermuizen. Het is een winterverblijf voor tenminste 5 soorten vleermuizen. Daarnaast vervult het reduit (en enkele andere gebouwen) de functie als zwermlocatie. Het zwermen is minder beperkt tot specifieke ruimten zoals in het reduit en de poterne/ chaponière van Fort bij Rijnauwen, zwermdieren zijn zowel aanwezig in het zuidoost bastion (frontzijde) als rond het noordwest bastion en het zuid bastion. De gangen fungeren als ruimten om van en naar deze zijden te kunnen vliegen. De centrale kruitkamers en de privaatruiden zijn de eerste locaties waar vleermuizen gaan overwinteren.

Het reduit is een van de meest markante gebouwen op het fortterrein. Tevens zijn in dit gebouw nog de meeste originele details aanwezig, zoals een gevangenis en een grote gietijzeren trap. De wens bestaat om delen van dit gebouw het gehele jaar door te gebruiken voor rondleidingen. Om storingen voor overwinterende vleermuizen te vermijden is een fysieke scheiding noodzakelijk. De zijde met de minste overwinterende vleermuizen is de zuidwest zijde van het reduit. Het belang van deze zijde is voor vleermuizen in de zwermperiode echter juist groter dan de noord zijde. Bij de beoordeling van de effecten van andere vormen van gebruik, is alleen uitgegaan van een gebruik overdag. Gebruik in de avond en nachtelijke uren heeft naast de onder genoemde effecten verschillende sterk verstorende effecten die de kwaliteiten van een zwermlocatie en een winterlocatie nihalieren (zie hiervoor Limpens, Jansen & Dekker 2007).

5.1 Mogelijke rondleidingroutes:

1. Een rondleiding door de zuidzijde van het reduit, waarbij de hoofdingang gebruikt wordt en waarbij teruggelopen wordt door de centrale gang.
2. Een rondleiding door de zuidzijde van het reduit, vervolgens deels door de centrale gang, de trap op en waarbij het reduit op de eerste verdieping verlaten wordt.
3. Een rondleiding door de zuidgang en waarbij het reduit voor het hoofdbastion al verlaten wordt.

Voor de beoordeling wordt er van uitgegaan dat de rondleidingruimtes en de vleermuiswinterverblijfplaatsen geheel gecompartmenteerd worden en de fysieke scheidingen zodanig worden uitgevoerd dat overwinterende vleermuizen geen prikkels krijgen om wakker te worden en er dus geen drukverschillen of tochtstromen optreden en geen plotseling geluid of verlichting kan doordringen in de het vleermuisoverwinterings-compartiment.

Tabel 2: Timing van de gevonden vleermuisfuncties in het plangebied

| | Ja n | Fe b | Ma r | Ap r | Me i | Ju n | Jul | Au g | Se p | Ok t | No v | De c |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| Grondgedekte gebouwen | | | | | | | | | | | | |
| Zwermlocatie | | | | | | | | | | | | |
| Winterverblijf | | | | | | | | | | | | |
| Paarplek | | | | | | | | | | | | |
| Jachtplek (binnen) | | | | | | | | | | | | |

Legenda:

Wit = functie afwezig

Oranje = functie aanwezig/ in opbouw

Rood = functie sterk aanwezig

Oranje gestreept = mogelijk aanwezig

Tabel 3: Mogelijke effecten van de verschillende rondleidingroutes in het reduit Vechten na een fysieke scheiding en totale compartimentalisatie

| . Route | Winterfunctie (locatie) | Zwermfunctie (locatie) | Verbinding zwermlocatie-winterlocatie | Belevingswaarde |
|---|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1. Zuidzijde-centrale gang | --- | --- | --- | +++ |
| 2. Zuidzijde- 1 ^e verdieping | --- | -- | -- | ++ |
| 3. Zuidzijde | - | -- / - | - | ++/ + |
| <i>Alternatief: Zomer:</i> 1. | - | - | - | +++ / ++ |
| <i>Nazomer + winter :</i> 3. | | | | |



Een permanente route door de zuidzijde van het reduit en door de centrale gang levert de meeste schade op. De verbinding tussen de overwinteringplekken en de zwermplekken vervalt voor een groot deel. Ook de belangrijke overwinteringplekken centraal in het reduit zullen in kwaliteit sterk achteruitgaan/ niet meer gebruikt worden.

Een permanente route door de zuidgang en met een uitgang boven op het dak via de smeedijzeren trap zorgt voor het (deels?) vervallen van een belangrijke overwinteringplek in de privaatruimten en het vervallen van een van de belangrijkste zwermplekken in het reduit. Eventueel is het wel mogelijk de privaatruimten ruimtelijk af te scheiden van de centrale gang en vleermuizen via een luchtkoker in deze ruimten te laten komen, maar onbekend is welke temperatuurseffecten te verwachten zijn van grote groepen mensen op deze afgescheiden ruimten.

Een permanente rondgang langs de zuidzijde, waarbij al voor het front bastion naar buiten wordt gegaan levert de minste schadelijke effecten op. De centrale gang dient dan wel klimatologisch gescheiden te zijn van de ruimten voor de rondgang. De belevingswaarde van deze route voor het publiek is minder omdat de gietijzeren trap niet zichtbaar is. Met deze route blijft een groot deel van de zwermzone intact en de ruimtelijke verbinding tussen de winterplekken en zwermlocaties blijft grotendeels bestaan. Het verlies aan zwermlocaties en overwinteringplekken kan elders in het gebouw gecompenseerd worden. Ook kan men de zuidzijde voor vleermuizen toegankelijk houden door bijna bovenin het gewelf doorvliegopeningen te houden. Figuur 4 geeft de optimale compartimentalisatie weer, waarbij zoveel mogelijk van de functies voor vleermuizen behouden blijven.

Misschien is het mogelijk de zwermzone te verschuiven naar het trapgat zoals op Fort Rijnauwen, maar dit vergt enkele jaren voorbereiding en monitoring. Hiervoor moeten eerst de ruimten rond het trapgat warmer worden, door de remises boven op het reduit beschut in de zon te laten liggen. Hiervoor moeten enkele struiken en lage bomen aan de west/zuidwest zijde van de remise verwijderd worden, zodanig dat hier een zonneplek ontstaat. Vleermuizen moet de tijd gegund worden om 2-5 jaar aan deze nieuwe situatie te wennen. Wel verdwijnt hiermee een vroege overwinteringplek in de privaatruimten, die in de kruitkamers gecompenseerd moet worden. Uitvoering van deze optie levert een hogere belevingswaarde op voor het publiek, omdat dan ook het frontbastion bij de rondleiding betrokken kan worden en dan van twee zijden in de centrale gang gekeken kan worden. Indien voor de rondleidingen de tussendeuren in de centrale gang open moeten blijven is een aanpassing van de remise bovenop het reduit noodzakelijk, zodanig dat een eventuele tochtstroom sterk gereduceerd wordt.

Een vierde optie is het gebouw zo in te richten dat er in verschillende seizoenen verschillende routes gebruikt worden. In het voorjaar en zomerseizoen de centrale gang en de zuidzijde, terwijl in de nazomer en winter de zwermzone en de "vroege" winterplekken bij de rondleidingen gemeden worden en de rondgang alleen langs het zuidelijke deel gaat.

5.2 Effecten van de kap van een vegetatiestrook van 20 meter breed over het fort.

Men is voornemens de opbouw van een fort inzichtelijk te maken door over het fort een strook van 20 meter kaal te kappen en een enkel gebouw bloot te leggen, zodanig dat er een soort dwarsdoorsnede ontstaat van een fort, en het als landmark te zien is vanaf de autosnelweg.

Het kappen van bomen en struiken heeft een lokaal effect op verschillende functies die het terrein vervult voor vleermuizen. In de directe omgeving van kleinere (ondiepe) winterverblijven verslechtert het overwinteringsklimaat zodanig dat er door vleermuizen niet of nauwelijks nog overwinterd wordt. Ook op verbindingroutes en vliegroutes heeft zo'n kap een negatief effect, veel soorten mijden vliegroutes waarin gaten zijn ontstaan van meer dan 20 meter.

Het effect op het jachtgebied is tweëerlei. Het maken van openingen in dichte bosstructuren zorgt voor meer jachtmogelijkheden voor vleermuizen. Gewone dwergvleermuizen en mogelijk ook laatvliegers profiteren hiervan, zeker als er windbeschutte later op de dag door de zon beschenen plekken ontstaan. De kap van een bomenrij in zuidwest, noordoost of oost richting levert de meeste winst op in het ontstaan van nieuwe gunstige windbeschutte jachtplekken tegen de omwalling van het fort. Veel hangt af van hoe robuust en dicht de omliggende structuren nog zijn. Indien het gebied meer vatbaar wordt voor wind is het effect negatief. Voor deze ingrepen in deze richtingen moet veel gekapt worden en komen enkele winterverblijven ook meer vrij te liggen. Er zullen jachtgebieden verloren gaan vooral voor in en bij opgaande vegetatie jagende soorten. Zoals nu de kapstrook georiënteerd is zullen ook enkele bomen met paarplekken van ruige dwergvleermuizen verdwijnen.

Dit plan is al enigszins aangepast door de bomen op het reduit alleen op te scheren. Historisch is een richting op een van de omliggende forten (Rijnauwen of 't Hemeltje) het meest logische aangezien dit de richting van de militaire dekking is, maar in deze lijn liggen diverse winterobjecten en goede jachtplekken. De minste schade ontstaat door kap in zuidoostelijke richting, de begroeiing rond de zuid flankbatterij dient zoveel mogelijk in stand gehouden te worden. Mogelijk ontstaat er in flankbatterij B een zodanig gunstig ondergronds klimaat dat (her) vestiging van een zomerkolonie vleermuizen mogelijk wordt. Hiervoor dienen wel de schoorstenen aangepast te worden en menselijk gebruik van de flankbatterij beperkt te worden tot de bomvrije kazerne zelf.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De timing van de zwermactiviteit rond Fort Vechten lijkt sterk op de timing van de zwermactiviteit van Fort Rijnauwen, maar verloopt totaal anders dan op Fort Nieuwersluis. Helaas is tijdens het onderzoek, door de late opdrachtverstrekking, de piek van de zwermactiviteit gemist. Wel is duidelijk geworden dat Fort Vechten als zwermlocatie voor enkele honderden vleermuizen belangrijk is. Het voorjaarszwermen vindt deels op andere locaties plaats dan het najaarszwermen, dit kan te maken hebben met de verschillende energiestatus van de individuen en activiteiten.

De hoofd zwermplek ligt op een iets andere locatie dan in het reduit van Fort Rijnauwen. In Fort Vechten ligt deze voornamelijk rond het frontbastion, maar ook een drietal andere locaties (bastions) worden regelmatig bezocht. De centrale gang vervult een belangrijke rol als verbinding tussen deze zwermlocaties. Ook liggen langs deze gang in de kruitskamers en de privaatruimten de "vroeg" winterslaapplekken. Een permanente route die langs de zuidzijde voert en halverwege het zuid en zuidoost bastion (=front) het reduit weer verlaat levert de minste schade op. Het is misschien mogelijk de zwermzone te verschuiven naar het trapgat zoals op Fort Rijnauwen. Dit wordt nu op Fort aan de Klop uitgeprobeerd. Een evaluatie is niet eerder te verwachten dan in 2010. Deze aanpassing vergt enkele jaren voorbereiding, aanpassingen en monitoring alvorens continu gebruik mogelijk is.

Een alternatief is in de nazomer en winterperiode, dus van 1 augustus- 15 april alleen de zuid route te gebruiken en in de periode 15 april- 1 augustus de route door de centrale gang. Hiervoor moet het reduit gecompartmentaliseerd worden (zuid route) en moeten er afsluitingen gemaakt worden die personen tegen houden, maar vleermuizen de vrije doorgang laten rond de centrale gang. De centrale gang kan dus niet opgenomen worden in de permanente uitleg of tentoonstellingen.

Van de kap van de bomen in een strook van 20 meter over het fort zijn zowel positieve als negatieve effecten te verwachten. Deze effecten zullen beperkt zijn als de ontstane open plek niet direct op de wind komt te liggen, en de wind gebufferd wordt door de grondwallen en er gunstige zonneplekken ontstaan. Deze ingreep kan ook uitgebuit worden om het (her) vestigen van een zomerkolonie te bespoedigen. Mogelijk wordt het klimaat in een blootgelegd ondergronds gebouw dat op zuid georiënteerd is 's zomers zo warm dat vleermuizen hier hun jongen kunnen grootbrengen. Dit kan in de zomermaanden een extra feature zijn.

7. Optimalisatie en aanpassingen

7.1 Optimaliseren van de zwermlocatie

Het onderzoek naar aanwezigheid van zwermlocaties is recent. Huidig onderzoek bestaan vooral uit het vaststellen van de grootte van de aanwezige populaties en soorten en de genetische diversiteit van de aanwezige groepen. Opvallend is dat belangrijke zwermlocaties soms op andere locaties aanwezig kan zijn dan waar de meeste dieren overwinteren. Ook de verschillende soorten kunnen op verschillende locaties zwermen. Zowel de structuur en de temperatuur van de 'binnenruimten' als de buitenruimte spelen waarschijnlijk een belangrijke rol in de kwaliteiten als een zwermlocatie. De buitenruimte kenmerkt zich door een beschutte ligging en meerdere gemakkelijk door vleermuizen te passeren toegangen tot de binnenruimten. De omgeving is het beste te beschrijven als een kleine bosweide. Het gebouw en de bomen en stuiken omsluiten een 5-12 meter open gebied zonder struiken of lage bomen. Deze plekken zijn vaak warmer dan de directe omgeving. De binnenruimte bestaat uit meerdere gangen en kamers die op elkaar uitkomen, duidelijk veel warmer en geheel donker zijn. Deze kamers liggen vaak direct bij of naast de toegangen tot de winterlocaties in en fort. In de kamers zijn diverse hoekjes te vinden waarin dieren een (tijdelijk) territorium kunnen hebben. Dit kunnen ruimten tussen de balken van het plafond zijn, diverse afgesloten pijpjes (rookkanalen) of delen van een tooggewelf zijn.

Bij een nieuwe inrichting zullen klimatologisch de warmere kamers gekozen moeten worden. Buitenom deze kamers moet een beschutte buitenruimte aanwezig zijn, of ingericht worden. Mogelijk kan de zwermlocatie aantrekkelijker worden gemaakt, als nabij gelegen kamers die alleen via en omweg toegankelijk zijn, voor vleermuizen direct toegankelijk te maken door het aanbrengen van smalle doorgangen, of het aanpassen van een of enkele rookgasgaten Dit kan door het ruw maken van de wanden en pijp en het maken van een invliegopening op het dak. Mogelijk wordt de zwermlocatie ook aantrekkelijker als er meer vleermuizen een territorium kunnen hebben in een kamer. Mogelijk kan dit door het maken van boorgaten in het plafond, of het opdelen van het plafond door balken.

Een zwermlocatie moet aan de volgende klimaatseisen voldoen;

- Een locatie die 's nachts warmte uitstraalt
- Een lage luchtvochtigheid
- De binnenruimte is 's avonds en 's nachts donker (<0,01 lux)
- De buitenruimte is 's avonds en 's nachts donker (<0,1 lux).

Andere belangrijke voorwaarden zijn;

- Er zijn meerdere vleermuis toegangen van buitenaf
- De kamers liggen aan of direct bij winterlocaties
- groot aantal hangmogelijkheden in de diverse zones

- In de binnenruimte heerst absolute rust van 15 juli t/m 15 oktober , i.v.m. overdag aanwezige (actieve) vleermuizen
- donkere invlieg/zwermzones met aansluitend opgaand groen

7.1 Optimalisering van de winterverblijfloccaties

Bijna alle grondgedekte gebouwen op Fort Vechten hadden in 1999-2000 een functie als winterverblijfplaats voor vleermuizen. Door renovatiewerkzaamheden en intensiever gebruik zijn in verschillende gebouwen alleen nog enkele, of geen overwinterende vleermuizen meer aanwezig. Er zijn nog acht gebouwen aanwezig die nu nog door vleermuizen als overwinteringsplek worden gebruikt. Vier gebouwen worden in de nazomer ook gebruikt als zwermlocatie. Een locatie werd waarschijnlijk tot 2002 gebruikt als zomerlocatie. De klimatologische eisen aan een winterobject en een zomer- en zwermplek zijn tegengesteld. De eerste is koel, vochtig en donker, de tweede en derde zijn warm, droog en donker. De kwaliteit van de objecten als overwinteringsobject wordt beter als er sprake is van een temperatuursstratificatie. Het open of afsluiten van schoorstenen en ruimten heeft een groot effect op het binnenklimaat, zie hiervoor ook bijlage 3. Sommige soorten prefereren stabiele temperatuursovergangen, andere meer instabiele.

Een winterverblijf moet aan de volgende klimaatseisen voldoen;

- continu hoge luchtvochtigheid ; >90% RH.
- donker; <0,01 Lux.
- beperkte temperatuursfluctuatie over het seizoen. '± 2-7 °C over het gehele jaar (afhankelijk van het jaar).
- geen tocht, (interne luchtbeweging in grote objecten).

Andere belangrijke voorwaarden zijn;

- een tot meerdere permanente toegangen voor vleermuizen
- groot aantal wegkruipmogelijkheden in de diverse zones.
- absolute rust van 15 september t/m 15 april.
- donkere invlieg/zwermzones met aansluitend opgaand groen.
- meerdere compartimenten met verschillend klimaat.

7.3 Aanpassingen voor de verschillende gebouwtypen

Voor een optimale inrichting van de verschillende gebouwtypen zijn verschillende aanpassingen noodzakelijk, per type object wordt behandeld welke wijzigingen noodzakelijk zijn.

De reversbatterijen:

Op Vechten liggen twee reversbatterijen. In een worden nog onregelmatig vleermuizen aangetroffen (afhankelijk van de nazomer activiteiten). Deze is op dit moment te droog en delen zijn te licht. Daarnaast zijn er voor vleermuizen maar weinig mogelijkheden het object binnen te komen. Veel van de wegkruipmogelijkheden zijn door renovatiewerkzaamheden en het weer aansluiten van houtkachels verdwenen.

Noodzakelijke inrichtingsmaatregelen reversbatterij:

1. Verhoging van de luchtvochtigheid; door deels afsluiten van de druiptokers loopt meer regenwater over de vloeren, waardoor het binnenklimaat vochtiger zal worden.
2. Verminderen van lichtintensiteit; door blinderen van de ramen en het verwijderen van de huidige elektrische verlichting.
3. Creëren van meerdere wegkruipmogelijkheden; door het openen van de druiptokers, en terugplaatsen van ingekorte luiken. Het ophangen van wegkruipstenen en wegkruipplaten op een groot aantal locaties. Verwijdering van alle aansluitpunten van houtkachels en het schoonmaken van deze kanalen met groene zeep.
4. Verbeteren van de toegang tot het object voor vleermuizen; door kleine smalle openingen te maken bij de vensters aan de ZW zijde en in het luik naast de toegangsdeur. Het verwijderen van de plastic tochtstroken in een deuropening.
5. Het aanbrengen van een temperatuurgradiënt; door het openen van een of meerdere schoorstenen op speciale plekken zal een gunstige temperatuurgradiënt kunnen ontstaan. Er zal een langzame warmte stroom moeten ontstaan. Koude lucht zal op de hoogste vloerniveau moeten worden binnengelaten (bij voorkeur aan de noordzijde) en vallen naar de laagste plek. Vlakbij deze toegang zal een schoorsteen moeten worden geopend om de warme lucht te kunnen laten ontsnappen. Er zal op de locaties gekeken moeten worden hoe dit optimaal gerealiseerd kan worden.

6. Compartmentalisatie; in de huidige inrichting bestaat de reverbatterij uit drie grote open ruimten die door zeer brede gang met elkaar verbonden zijn. Verkleining van deze doorgang leidt tot verschillende klimaatverloop in de verschillende ruimten. Hierna kan gekozen worden om een ruimte sterk te laten afkoelen, hierdoor worden de nevenruimten geschikt voor baardvleermuizen. Of om dit juist na te laten waardoor alle ruimten geschikt worden voor watervleermuizen. Ook kan gekozen worden meerdere ruimten sterker te laten afkoelen, waardoor de ruimten geschikt worden voor franjestartvleermuizen. Afhankelijk van de soorten die van deze ruimte gebruik moeten maken kan n dit object een warmer of kouder klimaat "gemaakt" worden.

7. Het verbeteren van de zwermlocatie; door de rookkanalen/schoorstenen die aan de bemuurde zijde liggen van bovenaf af te sluiten, zodanig dat vleermuizen aan de afsluiting kunnen hangen. De schoorstenen aan de grondzijde dienen open te zijn, maar met een beperkte 10cm doorsnede. De luikjes onder de lichtnissen dienen open te staan, en geen of roosters met een grote diameter te bevatten. Het aanplanten van enkele snoeibare struiken op het plein voor de reversbatterij. Enkele afgesloten schoorstenen in het zonlicht zetten, door struiken te snoeien.

De wachtlokalen

Op fort Vechten liggen twee wachtlokalen die regelmatig door vleermuizen worden gebruikt. Vooral het beschut liggende zuidwest wachtlokaal wordt door grotere aantallen vleermuizen gebruikt.

Noodzakelijke inrichtingsmaatregelen voor de wachtlokalen;

1. Verhoging van de luchtvochtigheid; door het deels afsluiten van de druipkokers loopt meer regenwater over de vloeren, waardoor het binnenklimaat vochtiger zal worden.
2. Verminderen van lichtintensiteit; door afsluiten en blinderen van de ramen en het verwijderen van de huidige elektrische verlichting.
3. Creëren van meerdere wegkruipmogelijkheden; verwijdering van alle aansluitpunten van houtkachels en het schoonmaken van deze kanalen met groene zeep. Het aanbrengen van speciale wegkruipplaten op een 20 tal locaties in het object.
4. Verbeteren van de toegang tot het object voor vleermuizen; dit kan door kleine smalle openingen te maken bij de vensters aan de ingangszijde en door een licht afstaande deur.
5. Het verbeteren van de zwermlocatie; het aanplanten van enkele bomen op de buitenring naast de ingang, dit geldt vooral voor het noordwest wachtlokaal.
6. Aanbrengen van een temperatuurgradiënt; het openen van een van de schoorstenen voorin het object, en het sluiten van de schoorstenen achterin het object zal leiden tot een luchtstroom waarmee het object langzaam afkoelt.

De bakstenen remises

Beide bakstenen remises, gelegen net naast de bomvrije kazerne, zijn meer en minder intensief in gebruik voor opslagfuncties. Het klimaat is zeer stabiel, en warmer dan veel van de andere grondgedekte objecten door de geringe frontoppervlakte. Het aanpassen van deze objecten bestaat deels uit het staken van de huidige functies, en het verwijderen van de petroleumvlucht.

Noodzakelijke inrichtingsmaatregelen voor de bakstenen remises

1. Verbeteren van de toegang tot het object voor vleermuizen; door kleine smalle openingen te maken bij de vensters aan de ingangszijde en door een licht afstaande deur.
2. Verhogen van het aantal wegkruipmogelijkheden; door het aanbrengen van wegkruipplaten, zodat het aantal wegkruipmogelijkheden toeneemt.
3. Creëren van meerdere wegkruipmogelijkheden; door verwijdering van alle aansluitpunten van houtkachels en het schoonmaken van deze kanalen met groene zeep. Het aanbrengen van speciale wegkruipplaten op een 20 tal locaties in het object. Door het verwijderen van alle houten pluggen die in het metselwerk zitten ontstaan nieuwe wegkruipmogelijkheden.

Noodzakelijke inrichtingsmaatregelen voor de betonnen remises

Een drietal remises worden meer of minder regelmatig gebruikt door overwinterende vleermuizen. In het huidige beheer worden vleermuizen regelmatig gestoord en de grote deuren blijven ook 's winters vaak open. Het openen van de deuren heeft een sterk negatief effect op het verlichtingsniveau, de luchtvochtigheid en temperatuur en daarmee ook op de overlevingskansen van aanwezige vleermuizen.

4. Verminderen lichtniveau en temperatuurschommelingen; door afsluiten van de objecten met sluitende deuren met hang en sluitwerk. Het moet voor vleermuizen wel mogelijk blijven het object in te komen achterlangs de schuifdeuren.
5. Verhogen van het aantal wegkruipmogelijkheden; door het aanbrengen van wegkruipplaten, zodat het aantal wegkruipmogelijkheden toeneemt.
6. Compartimentaliseren; door deuren met een brede opening bovenlangs te plaatsen naar de magazijnruimte zullen er twee deels verschillende klimaatruimten ontstaan. Eventueel is de ruimte nog een keer op te delen door driekwart over de ruimte een muur dwars in de ruimte te plaatsen.

De flankbatterijen

Op fort Vechten liggen er drie typen flankbatterijen; diegene die aan de bomvrije kazerne liggen (2x), diegene die geflankeerd worden door een remise (2x) en de flankbatterijen zonder remises (4x). Een deel is in gebruik voor opslag, een deel voor rondleidingen en trainingen een ander deel wordt nauwelijks gebruikt. Indien de bomvrije kazerne intensiever gebruikt gaat worden en een publieke functie krijgt, zal/ zullen de flankbatterijen thermisch geïsoleerd moeten worden van de bomvrije kazerne.

Noodzakelijke inrichtingsmaatregelen voor de flankbatterijen

1. Verhoging van de luchtvochtigheid; door deels afsluiten van de druipkokers loopt meer regenwater over de vloeren, waardoor het binnenklimaat vochtiger zal worden.
2. Verminderen van lichtintensiteit; door het afsluiten en blinderen van de ramen en het verwijderen van de huidige elektrische verlichting.
3. Creëren van meerdere wegkruipmogelijkheden; door verwijdering van alle aansluitpunten van houtkachels en het schoonmaken van deze kanalen met groene zeep. Het aanbrengen van speciale wegkruipplaten op een 20 tal locaties in het object. Door het verwijderen van alle houten pluggen die in het metselwerk zitten ontstaan nieuwe wegkruipmogelijkheden.
4. Verbeteren van de toegang tot het object voor vleermuizen; door kleine smalle openingen te maken bij de vensters aan de ingangzijde en door een licht afstaande deur.
5. Het verbeteren van de zwermlocatie; door rond de invliegplek een open ruimte te maken van 6-12 meter in doorsnede. Deze dient dan weer besloten te worden door dichte hoogopgaande begroeiing van bomen en struiken.
6. Aanbrengen van een temperatuurgradiënt; het sluiten van de schoorstenen aan de noord zijde van het object, het maken van een lage opening aan de noordzijde, en het openen van enkele schoorstenen aan de zuidzijde van het object zal leiden tot een luchtstroom waarmee het object langzaam afkoelt. Vooral objecten waar al een natuurlijke vloergradiënt aanwezig is aflopend van een koude naar warme zone zijn het meest geschikt.
7. Het thermisch isoleren van de flankbatterijen A en B. Om de kwaliteit van overwintering te garanderen is een permanente afsluiting met de rest van de bomvrije kazerne noodzakelijk. Dit kan door het plaatsen van een dubbele muur die gevuld is met zand. Wel dient de zwermplek/ ingang gehandhaafd te blijven en aan te sluiten op de overwinteringsplek, deze bevindt zich in de voorkamer van de remiseruimten.

Het reduit

Het is nog niet geheel duidelijk welke inrichtings-/ gebruiksvariant er voor het reduit gekozen zal worden. Voorop staat behoud c.q. verbetering van de kwaliteit tot overwintering van vleermuizen in dit object. Tevens wordt de ligging van het object verbeterd door het asfalt om het reduit te verwijderen en de gracht te herstellen. De bomen en stuiken op het reduit zullen gesnoeid worden. Hierdoor zal het klimaat in het fort minder goed worden, waardoor er extra aandacht nodig is voor het afsluiten van grote openingen zoals rookkanalen en ramen. Vooral de 1^e verdieping verdient extra aandacht. Hier zullen weer redelijk sluitende deuren in moeten worden aangebracht, en ook in de nevenremises. Wel dienen deze voor vleermuizen doorgangen te hebben. De stalen laaddeuren zullen op zoveel mogelijk plaatsen vervangen moeten worden door oorspronkelijk metselwerk waarin aan de binnenzijde uitsparingen voor vleermuizen zitten. Al deze aanpassingen zullen uitgebreider moeten worden bekeken en klimaat technisch nader uitgewerkt moeten worden.

Noodzakelijke inrichtingsmaatregelen voor het Reduit.

1. Verhoging van de luchtvochtigheid; door het deels afsluiten van de druipkokers loopt meer regenwater over de vloeren, waardoor het binnenklimaat vochtiger zal worden.
2. Verminderen van lichtintensiteit; door het afsluiten en blinderen van de ramen, het verwijderen van de huidige elektrische verlichting, en het aanbrengen van een led lint als vloerverlichting.
3. Creëren van meerdere weggroipmogelijkheden; in het gehele reduit zijn maar weinig weggroipmogelijkheden, een grote uitbreiding is noodzakelijk, vooral in de remises, de centrale gang en de kamers op de hoeken van het gebouw. Dit kan op vele verschillende manieren gebeuren: zowel door het ophangen van weggroipplaten, door het aanbrengen van speciale stenen in de rookkanalen of door speciale kozijntypen.
4. Verbeteren van de toegang tot het object voor vleermuizen; door raamluiken en rook luiken zodanig te plaatsen/ aan te passen dat er aan een zijde een smalle opening ontstaat, waardoor vleermuizen naar binnen en buiten kunnen kruipen, en op een aantal locaties ook naar buiten kunnen vliegen, bij voorkeur op de begane grond bij de hoger gelegen rookluiken, en de ketting doorlaat voor de hangbrug. Ook zullen er meerdere toegangen gemaakt moeten worden op de 1^e verdieping, via enkele schoorstenen en de hoofdtoegang.
5. Het verbeteren van de zwermlocatie; rond het reduit zullen twee zwermlocaties moeten worden ingericht, een op de 1e verdieping van het fort en een aan de noord of zuid zijde van het fort. Deze plekken dienen 'zonlicht vallen' te zijn, ruimten die langere tijd door de zon opgewarmd worden, maar waar wind van generlei zijde vat op heeft. De aanwezigheid van de omringende aarden wal en groenstructuur is hiervoor toereikend. De ruimte zelf zal 6-12 meter open moeten zijn terwijl deze weide weer besloten wordt door dichte hoogopgaande begroeiing van bomen en struiken.

6. Aanbrengen van een temperatuurgradiënt in het reduit; In het reduit is al een duidelijke temperatuurgradiënt aanwezig lopende van de noord oostelijke zijde naar de remisekamers gelegen naast de centrale gang. Deze kan verbeterd worden door de schoorstenen in de kamers voor de remises te openen en de schoorstenen op de hoeken van het reduit van bovenaf te sluiten. Eventueel kan door het in de zon leggen van deze schoorstenen ook een zomerverblijfplaats voor watervleermuizen gemaakt worden.

7. Het thermisch isoleren van de looproute en het verminderen van invloeden van geluid en licht van bezoekers; Indien er voor gekozen wordt bezoekers het gehele jaar door in het reduit te gaan rondleiden is een afscherming nodig die personen en hun invloeden op de overwinteringsplekken van vleermuizen afgrenzen. Met architecten zullen de materiaalkeuzes en plaatsing van muren/ glazen wanden of schermen moeten worden overlegd. Naar gelang de keuzes zal ook de verlichting en eventueel toegankelijkheid van de zuidwest zijde als paar en zwermgebied voor vleermuizen moeten worden afgewogen.

De bomvrije kazerne

Indien de bomvrije kazerne in zijn geheel gebruikt gaat worden voor publieksfuncties zullen de flankbatterijen thermisch en qua licht en geluid afgescheiden moeten worden van de rest van het gebouw. Vleermuizen dienen nog wel de mogelijkheid te hebben om aan de zijkant, vlakbij de ingang, de flankbatterij te kunnen verlaten, mede omdat hier juist de zwermzone ligt.

Noodzakelijke inrichtingsmaatregelen voor de bomvrije kazerne.

1. Het thermisch isoleren van de looproute en het verminderen van invloeden van geluid en licht van bezoekers in het centrale deel van de bomvrije kazerne; het fysisch scheiden van de flankbatterijen en hun (toe) gangen van de bomvrije kazerne.
2. Verminderen van lichtintensiteit; door het verwijderen van schadelijke (nood-)verlichting in en bij de toegangen en zwermlocaties voor vleermuizen.
3. Het creëren van een stabiel klimaat; door het weer ruw dicht metselen van de schietgaten. Toegang voor vleermuizen beperken tot enkele kleine openingen. Afdichten van rookgaskanalen van boven af.
4. Verhoging van de luchtvochtigheid; door het deels afsluiten van de druipkokers loopt meer regenwater over de vloeren, waardoor het binnenklimaat vochtiger zal worden.
5. Creëren van meerdere weggroipmogelijkheden; in bomvrije kazerne zijn maar weinig weggroipmogelijkheden, een uitbreiding is noodzakelijk. Dit kan op vele verschillende manieren gebeuren, zowel door het ophangen van weggroipplaten als door het aanbrengen van speciale stenen.
6. Verbeteren van de toegang tot het object voor vleermuizen; door raamluiken en rook luiken zodanig te plaatsen/ aan te passen dat er aan een zijde een smalle opening ontstaat, waardoor vleermuizen naar binnen en buiten kunnen kruipen, en op een aantal locaties ook naar buiten kunnen vliegen. Ook zullen er meerdere toegang gemaakt moeten worden op de 1^e verdieping, via enkele schoorstenen en de hoofdtoegang. Ook kan erbij een of meerdere kanononderstelling een speciale vleermuistoegang worden gemaakt. Dit kan door een rechthoekige of ronde koker te metselen met een doorsnede van 20 cm welke door een 0,5-1m brede grondlaag loopt. Verwijdering van de grondlaag is niet wenselijk omdat hier de beste overwinterings-plekken liggen.,

7. Het verbeteren van de zwermlocatie; rond de bomvrije kazerne zullen twee zwermlocaties moeten worden ingericht, een op de 1e verdieping van het fort rond de schoorstenen en een aan de noord of zuid zijde van het gebouw. Deze plekken dienen 'zonlicht vallen' te zijn, ruimten die langere tijd door de zon opgewarmd worden, maar waar wind van generlei zijde vat op heeft. De aanwezigheid van een omringende aarden wal, onverlicht gebouw of dichte groen structuur (hoge struiken) is hiervoor toereikend. De ruimte zelf zal 6-12 meter open moeten zijn terwijl deze weide weer besloten wordt door dichte hoogopgaande begroeiing van bomen en struiken.



8 LITERATUUR

- Alder, H., 1993. Licht-Hindernisse auf Flugstrassen. Fledermausgruppe Rheinfell Info 1993/1:5-7
- Burland T.M, E. M. Barratt, Nichols, R.A. & P. A. Racey, 2001. Mating patterns, Relatedness and the basis of natal philopatry in the brown long-eared bat, *Plecotus auritus* Molecular Ecology (2001) 10; 1309–1321
- Brinkmann R, L. Bach, C. Dense, H.G.J.A. Limpens, G. Mascher & U. Rahmel, 1996. Fledermause in Planung. Natur und Landschaftsplanung 8: 229-236.
- Brinkmann R. & H.G.J.A. Limpens, 1999 The role of bats in landscape planning. Trav. Sci. Mus. Nat. Hist. Nat. Lux 31; 119-136.
- Briggs P., 2002. A study of bats in barn conversions in Hertfordshire. Hertfordshire County Council.
- Coelen J., G. Keijl & F. Van der Vliet., 1989. Vleermuizen in enkele terreinen van Stichting Het Utrechts Landschap. Zomer 1989. Stichting Vleermuis Onderzoek.
- Dijkstra V., H.Limpens, E. Jansen, N. Hoogeveen & L. Verheggen, 1999. Vleermuizen in Gelderland, naar een actieplan voor aandachtsoorten. SVB/ provincie Gelderland R.E.W.
- Dietmar G. & W. Königstedt, 1997. Tiere an Gebäuden. Artenschutz bei Sanierungsmaßnahmen und Rekonstruktionsarbeiten in Stadt und Dorf. Mecklenburg-vorpommern Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt und Natur 1997-1.
- Dietz, M. & M. Weber, 2002. Baubuch Fledermäuse - eine Ideensammlung für fledermausgerechtes Bauen. NaBu
- Eichstadt H., 1997. Untersuchung zur Ökologie von Wasser- und Fransenfledermäusen (*Myotis daubentoni* und *M. nattereri*) im Bereich der Kalkberghöhlen von Bad-Segeberg. *Nyctalus* : 214-228
- Fuszara E. & M. Kowalski, 1995. Bats in underground shelters of Warsaw. *Nyctalus N.F.* 6: 545-555.
- Haensel J., 2004. Zum saizonbedingter Ortswechsel der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*) im Raum Berlin/Brandenburg unter besonderen Berücksichtigung des Scharmverhaltens. *Nyctalus N.F.* 9: (3): 309-327.
- Haensel J. & L. Itterman, (19xx) . Die Pintschbrücke Furstenwalde ein Kommunikationszentrum für Wasserfledermäuse (*Myotis daubentoni*)? *Nyctalus N.F.* 6 (6): 570-589.
- Harrje C., 1999. Etho- ökologische Untersuchungen an winterschlafenden Wasserfledermäusen. *Nyctalus* 7-1: 78-86
- Helmer H. & H.J.G.A. Limpens 1988. Echo's in het landschap; over vleermuizen en ecologische Infrastructuur. *De Levende Natuur* 88: 2-6.
- Jansen E.A., H.G.J.A. Limpens & J. Dekker, 2007. Ondersteboven van de Nieuwe Hollandse Waterlinie. Rapport 2007.014 VZZ/LNV/SBB



- Jansen E.A., H.G.J.A. Limpens & A.M. Spitzen-Van der Sluijs, 2005. Mogelijkheden, beperkingen en consequenties van een duurzame ontwikkeling van fort Vechten binnen het enveloppe gebied van fort Vechten, Rijnauwen en 't Hemeltje. VZZ rapport 2005.20. Zoogdiervereniging VZZ, Arnhem.
- Jansen E.A., 2004. Oriënterend onderzoek naar vleermuizen in en om Maarschalkerweerd / Kromme Rijngebied. VZZ 2004.
- Jansen E., B. v. Noort, C. van de Hunnik & G. de Jong, 2001. Het belang van scheuren en spleten voor vleermuizen. Vleermuisnieuwsbrief 13.
- Jansen E.A. 1995. Zur einer Methode der Erfassung von in Baumhöhlen überwinterten Fledermäuse. Nabu Niedersachsen/ Stichting Vleermuisonderzoek
- Feyerabend F. & M. Simon, 2000. Use of roost and roostswitching in a summer colony of pipistrellus bats. *Myotis* 38: 51-59
- Hermans U., H. Pommeranz & E. Ott, 2002. Erste Ergebnisse der wiederanlage von Fledermausquartieren im Rahmen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen an Gebäuden in der Hansestadt Rostock. *Nyctalus N.F.* 8: 321-333.
- Koelman R., 2006. Vleermuiswaarden Fort aan de Klop. Rapportage behorend bij de ontheffingsaanvraag Flora- en faunawet art. 75 in het kader van gedeeltelijke herinrichting van het fort ten behoeve van een recreatieve bestemming. VZZ rapport 2006.012. VZZ, Arnhem.
- Kowalski M., G. Ilesinski, E. Fuszara & G. Radzicki, 2002. Longevity and winter roost fidelity in bats of central Poland. *Nyctalus N.F.* 8 (3): 257-261
- Leferve A. & G. Minnaert, 1984. Evaluatie van de vleermuisfauna van het keuzelfort te Oudenaarde. *Eliomys* 4: 4-11.
- Limpens H.G.J.A. & A. Roschen, 2002. Bausteine einer systematischen Fledermaus-erfassung Teil 2-Effektivitat, Selektivitat und Effizienz von Erfassungsmethoden. *Nyctalus* 8 heft 2: 159-178.
- Limpens H.J.G.A., E.A. Jansen, R. Koelman, B. van der Wijden & R. Janssen, 2004. Vleermuisonderzoek RW 73-zuid. Gebiedsdekkende inventarisatie in het kader van de flora en faunawet.
- Limpens, H. & P. Twisk 2004. Met vleermuizen overweg. Uitgave van Ministerie van Verkeer- en Waterstaat, dienst Weg- en waterbouwkunde.
- Noort van B. & E.A. Jansen. 1994. Das Oktogon als Fledermausquartier. Onderzoek en rapport in opdracht van NABU Kassel.
- Parsons K.N., & G. Jones 2003. Dispersion and habitat use by *Myotis daubentonii* and *Myotis nattereri* during the swarming season: implications for conservation. *Animal Conservation* 6, 283–290.
- Richardz K. & A. Linnebrunner, 1992. Ein Erfolg, der kein Vorbild sein sollte. In *Fledermäuse, Fliegende Koblode der Nacht*. Pp. 131- 136.
- Rivers N.M, R. K. Butlin & J. D. Altringham, 2005. Genetic population structure of Natterer's bats explained by mating at swarming sites and philopatry. *Molecular Ecology* 14: , 4299–4312



- Rivers N.M., R. K. Butlin & J. D. Altringham, 2006. Autumn swarming behaviour of Natterer's bats in the UK: Population size, catchment area and dispersal. *Biological conservation* 127: 215-226
- Roche N. & P. Elliott, 2000. Analysis of bat (*Pipistrellus* and *Myotis* spp.) activity in deciduous woodlands in England using nonlinear model. *Myotis* 38: 19-40.
- Senior P., R. K. Butlin & J. D. Altringham, 2005. Sex and segregation in temperate bats. *Proc. R. Soc. B* 272, 2467–2473.
- Sendor T., K. Kugelschafter & M. Simon, 2000. Seasonal variation of activity patterns at a pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) hibernaculum. *Myotis* 38: 91-109.
- Sendor T., K. Kugelschafter & M. Simon, 2000. Seasonal variation of activity patterns at a pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) hibernaculum. *Myotis* 38: 91-109.
- Simon M. & C. Kugelschafter, 1999. Die Ansprüche der Zwergfledermaus an ihr Winterquartier. *Nyctalus N.F.* 7: 102-111.
- Smit-Viergutz, J. & M. Simon, 2000. Eine vergleichende Analyse des Sommerlichen Schwarmverhaltens der Zwergfledermaus (45 kHz Ruftyp, *Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774) an den Invasionsorten und am Winterquartier. *Myotis* 38: 69-89.
- Thomas D.W., 1995. Hibernating bats are sensitive to nontactile human disturbance. *Journal of Mammalogy* 76: 940-946
- Trappmann C., 2005. Die Fransenfledermaus in de Westfalischen Bucht. *Ökologie der Tiere*. LaurentiVerlag.
- Verboom B. & K. Spoelstra, 1999. Effects of food abundance and wind on the use of tree lines by an insectivorous bat, *Pipistrellus pipistrellus*. *Can. J. Zool* 77: 1393-1401.
- Verkem S. & T. Moermans, 2002. The influence of artificial light on the emerging time of Geoffrey's bat, *Myotis emarginatus*. Voordracht Ixth European Bat research symposium. 26-30 augustus 2002.
- Veith M., N Beer, A Kiefer, J Johannesen & A Seitz, 2004. The role of swarming sites formaintaining gene flow in the brown long-eared bat (*Plecotus auritus*) *Heredity* (2004) 93, 342–349
- Vliet F. van der, M. Boonman, A. Boonman, Z. Bruin, E. Jansen & J. Buys 1997. Vleermuizen op Utrechtse buitenplaatsen. Stichting Vleermuisbureau & Stichting tot behoud Particuliere buitenplaatsen.
- Warren R.D., 2002. Hedgerow architecture and its use by bats. Voordracht Ixth European Bat research symposium. 26-30 augustus 2002.
- Zophel U., M. Wilhelm, K. Kugelschafter, 2001. Vergleich unterschiedlicher Erfassungsmethoden in einem grossen Fledermaus-Winterquartier im Osterzgebirge (Sachsen). *Nyctalus* 7 (5): 523-531.



VZZ

Onderzoek naar het nazomergebruik van het reduit op Fort Vechten

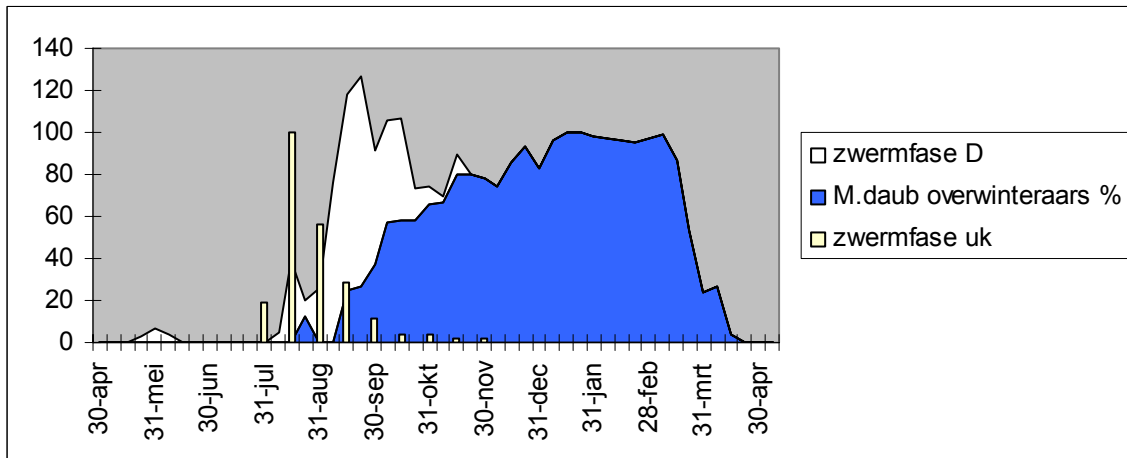
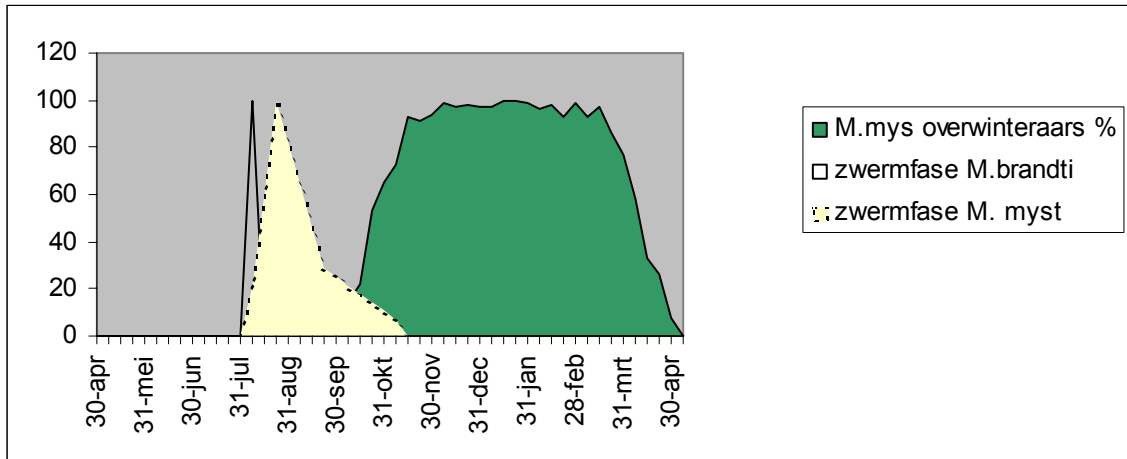


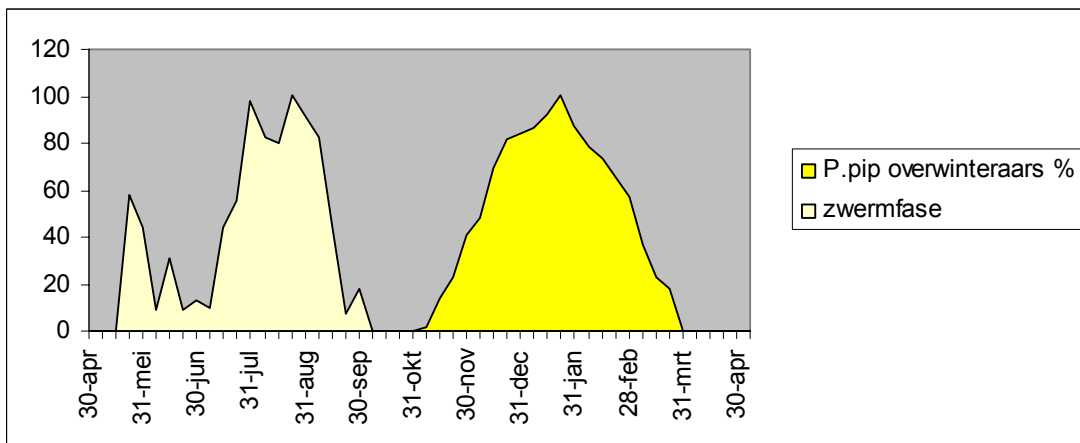
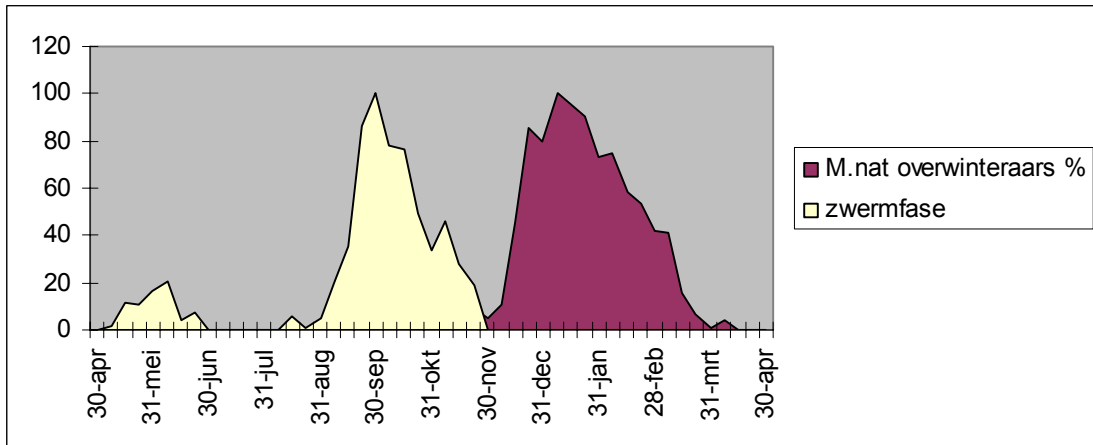
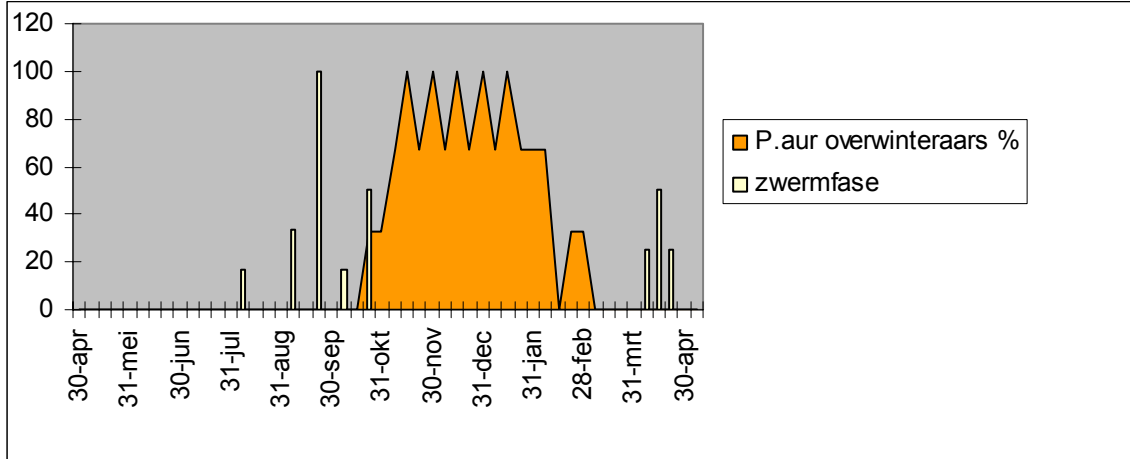
Bijlagen





Bijlage 1. De fenologie van een winterverblijf inclusief de zwermfase (naar Daan 1973, Eichstadt 1999, Harrje 1999, Sendor & Kugelschafter 2000, Parson *et al.* 2003 Rivers *et al.* 2006, Trappmann 2006).





Bijlage 2. De verschillende deelleefgebieden, de beschikbare methoden en aanbevolen inventarisatieronden (naar Limpens & Twisk 2004; en aangevuld).

| | jan | feb | mrt | apr | mei | jun | Jul | aug | sep | okt | nov | dec | Methoden |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| Zomerverblijf (+kraamplaats) | | | | | | - | - | - | | | | | - Detector + zichtwaarneming -(telemetrie) -visuele inspectie pot. verblijven |
| Jachtgebied | | | | | | | | | | | | | - Detector + zichtwaarneming (telemetrie) |
| Vliegroutes (zomer) | | | | | | | | | | | | | - Detector + zichtwaarneming (telemetrie) |
| Tussenverblijf/ Verzamellocatie | | | | Pn | Pp | | | | | | | | - Detector + zichtwaarneming -(telemetrie) -visuele inspectie pot. verblijven |
| Paarterritoria/ Paarverblijf | | | | Pa | | | | Nn | Pn | | Vm? | | - Detector + zichtwaarneming |
| Migratie Routes | | | | ? | ? | | | | | ? | ? | ? | - "Luisterposten" |
| "Zwermlocaties" | | | | | | | Pp | Md | Mn | | | | - "Luisterposten" - netvang (telemetrie) |
| Winterverblijf | Mn | | | | | | | | | | | | - Visuele inspectie potentiële verblijven |
| Inventarisatie aanbevolen (VZZ) | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |

Oranje= efficiënte periode

Donker grijs= inventarisatie mogelijk

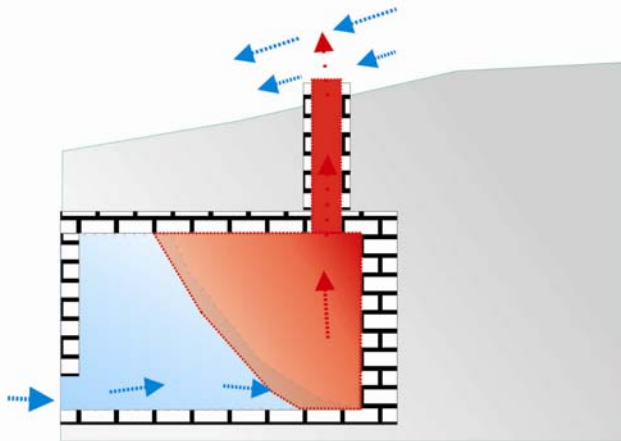
Licht grijs= vaststellen sporadisch mogelijk

- = controles vermijden, in verband met verstoring

Pn= ruige dwergvleermuis, Pp= gewone dwergvleermuis, Pa= gewone grootoor, Nn= rosse vleermuis, Vm= tweekleurige vleermuis, Md= watervleermuis, Mn= franjestaart.

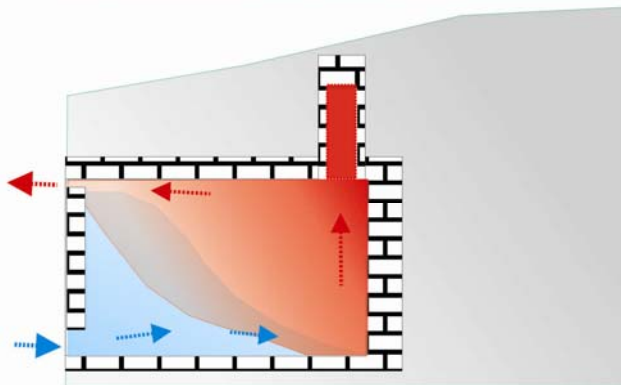
Bijlage 3: Effecten van verschillende inrichtingen op het binnenklimaat van onverwarmde gangen.

Gangen met een lengte minder dan 15 meter.



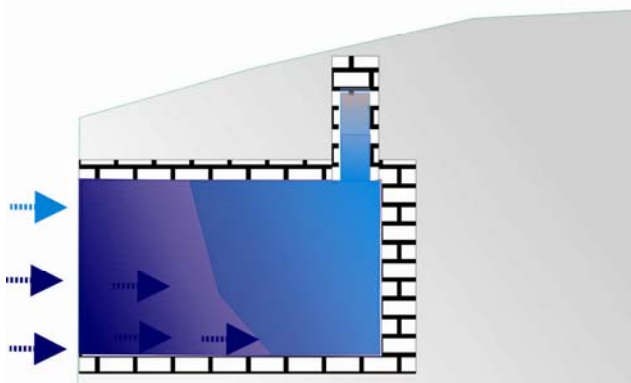
Figuur 1a: Klimaatzones in een korte gang met een open schoorsteen.

Als er wind staat of grote luchtdruk verschillen zijn, wordt via open ruimtes van lage schietgaten koude lucht naar binnen gezogen. Er ontstaat een matig stabiel klimaat, waarbij wel veel vocht uit het gebouw verdwijnt en de wanden sterk kunnen afkoelen bij sterke oostenwind.



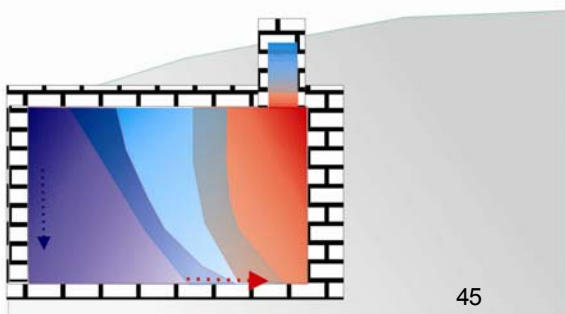
Figuur 1b: Klimaatzones in een korte gang met een gesloten schoorsteen en een open kruiddampkanaal en schietgat.

Bij lage temperaturen komt via lage schietgaten koude lucht naar binnen stromen. De warme lucht wordt door hoge openingen naar buiten gedrukt. Het klimaat is matig stabiel. De warmste zones bevinden zich in de dichte schoorstenen. In deze situatie ontstaat er een brede condenszone. Dit is de situatie waarin vaak franjestaarten overwinteren.



Figuur 1c: Klimaatzones in een korte gang met een grote opening (geen deuren) en een gesloten rookkanaal.

Door het ongehinderd binnenstromen van koude lucht koelt het object zeer sterk af. Geschikte overwinteringsplekken zijn alleen nog aanwezig in diepe scheren en afgesloten schoorstenen. De kans bestaat dat vloermuizen hierin doodvriezen.

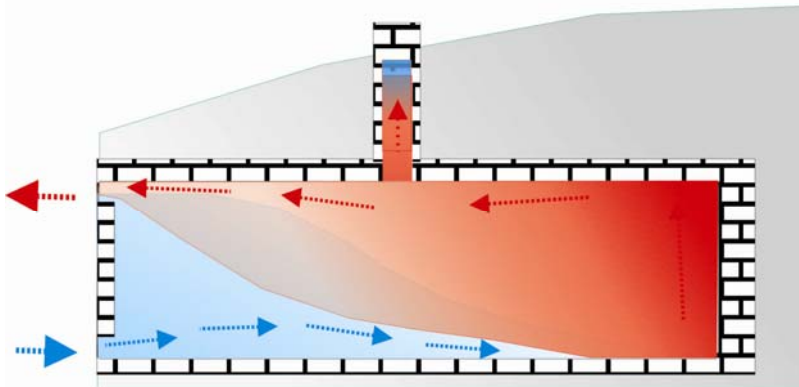


Figuur 1d: Klimaatzones in een korte gang met gesloten deuren en gesloten rookkanalen. Maar waarbij wel een deel van het plafond en gemetselde schoorsteen "bloot" ligt.

Er is een zeer sterke scheiding in koude en warme wanden, er zijn maar weinig overgangszones. Het hangt sterk van het aantal heldere nachten af en "koude wind" hoe snel het object afkoelt. De koude wanden zijn dan weer droog dan weer kletsnat. Er ontstaat een gunstig klimaat in de afgesloten schoorstenen.

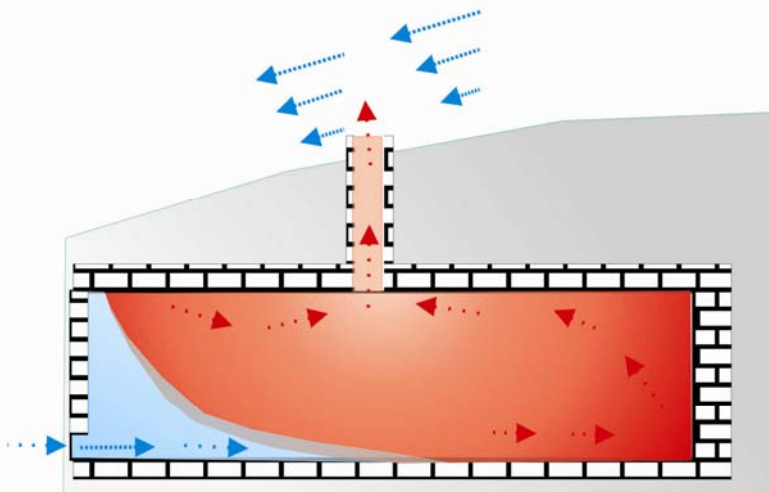


Gangen met een lengte tussen de 15 en 30 meter.



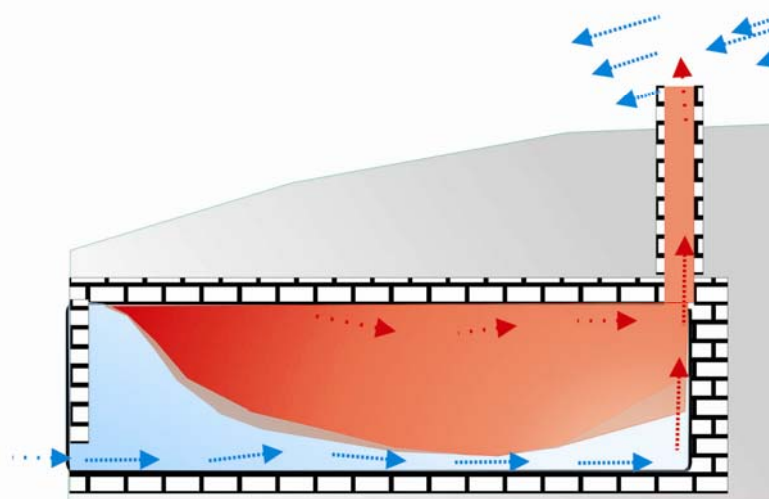
Figuur 2a: Klimaatzones in middellange gangen met dichte schoorstenen. Er zijn twee middelgrote openingen (hoog en laag) aan de noordzijde van het gebouw of op een plek waar koude lucht naar beneden valt.

De driving force is de koude lucht die naar binnen en de warme lucht naar buiten drukt. Er ontstaat een brede overgangs- en condens zonezone. Dit is de meest gunstige inrichting.



Figuur 2b: Klimaatzones in middellange gangen met open schoorstenen en lage open kanonsschietgaten.

Warme lucht wordt door wind uit het object "gezogen" en koude lucht naar binnen gezogen. Voordeel: een zeer warme zone achterin is altijd gegarandeerd. Nadeel: er is nauwelijks een condenszone en het vocht ontsnapt uit het object.

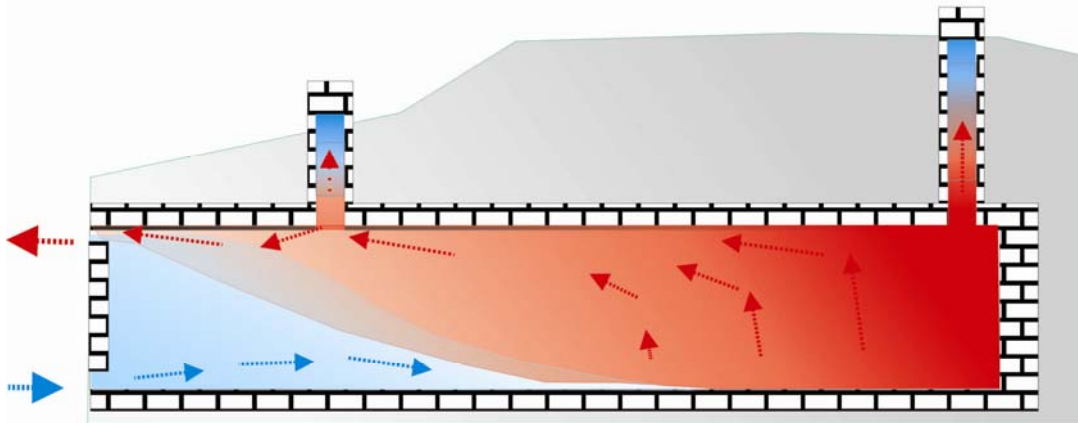


Figuur 2c: Klimaatzones in een middellange gang met open schoorstenen.

Warme lucht wordt door wind uit het object "gezogen" en koude lucht naar binnen gezogen en/of koude lucht valt naar binnen en drukt warme (vochtige) lucht naar buiten toe. Er is nauwelijks een condenszone aanwezig. Overgangszone is nagenoeg afwezig. Dit is waarschijnlijk de meest ongunstige inrichting.

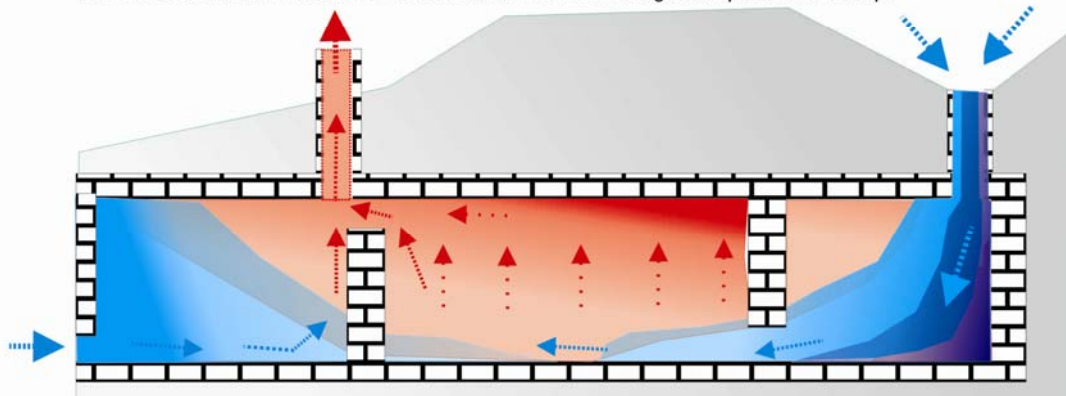


Gangen met een lengte van meer dan 30 meter.



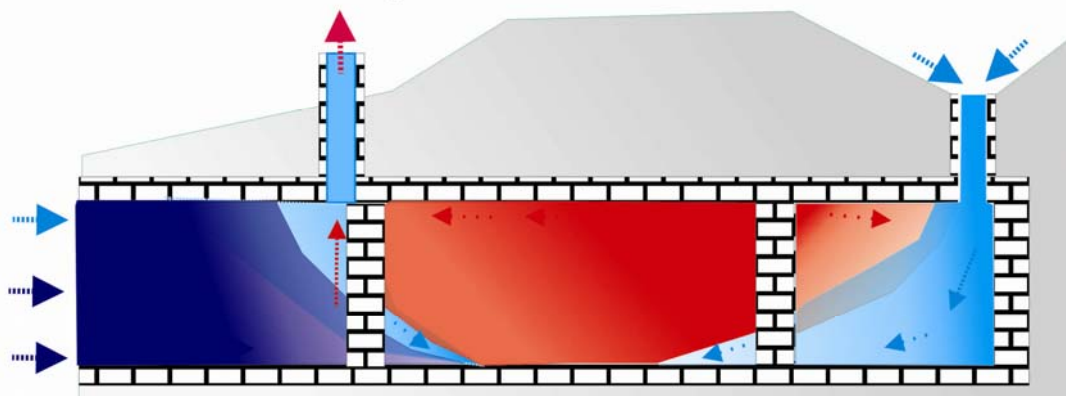
Figuur 3a: Klimaatzones in lange gangen waarvan alle schoorstenen zijn dichtgezet. Aan de noordzijde zijn hoog en laag twee ruime openingen.

De driving force is de koude lucht die door lage openingen binnendringt en de warme lucht die eruit wordt gedrukt. Er ontstaat een stabiel klimaat systeem, met diverse zones, o.a. een zeer warm achtergedeelte en een brede condenszone voorin. De schoorstenen hebben hun eigen temperatuurs verloop.



Figuur 3b: Klimaatzones in lange gangen waarvan schoorstenen open zijn er verschillende openingen zijn tussen de deelruimte. Aan de noordzijde is een lage ruime opening.

De driving force is de koude lucht die door lage openingen binnendringt en via lage schoorstenen naar binnen valt. Resultaat zijn verschillende ruimten met van links naar rechts een koud instabiel klimaat systeem, een koud stabiel systeem in het middendeel en een koud tot zeer koud instabiel deel in de ruimten met de laagste schoorstenen. Ook het vocht verdwijnt.



Figuur 3c: Klimaatzones in lange gangen waarvan alle schoorstenen open zijn. Aan de noordzijde is een grote openingen.

Er is geen luchtbevinging tussen de delen. De voor/noordzijde is veel te koud, de achterzijde heeft een matig stabiel koud klimaat, maar kan bij strenge winters doorvriezen. De middenruimte heeft een hoge constante temperatuur en zal alleen geschikt zijn voor warmteminnende soorten als de ingekorven en vale vleermuis.

