

c.a." (in the south of the Dutch province of Limburg). The studie was carried out in a research area of about 0.5 hectare during the autumn of 1986. The estimation was determined with the help of four statistical methods based on capture-recapture. According to these statistical calculations the number of adult animals in the population amounts 350-500. This implies, compared with literature data (less than 160 animals/hectare), a large population density at the moment.

The careful way in which the results have to be interpreted, is discussed.

DANKWOORD

Sinds 1984 verleent het Staatsbosbeheer Limburg mij jaarlijks de toestemming om onderzoek te verrichten aan de Vuursalamanders in het Bunderbos c.a. Hiervoor mijn dank.

LITERATUUR

- BEGON, M., 1979. Investigating animal abundance. London; Edward Arnold.
- EISELT, J., 1958. Der Feuersalamander, *Salamandra salamandra* (L.), Beiträge zu einer taxonomischen Synthese. Abh. u. Ber. f. Naturkde. u. Vorgeschichte des Mus. f. Kulturgeschichte. Magdeburg. 10: 77-154.
- FELDMANN, R., 1967. Nachweis der Ortstreue des Feuersalamanders, *Salamandra salamandra terrestris* Lacépède, 1788, gegenüber seinem Winterquartier. Zool. Anz. 178: 42-48.
- FELDMANN, R. & R. KLEWEN, 1981. Feuersalamander - *Salamandra salamandra* Lacépède - In: FELDMANN, R. (ed.). Die Amphibien und Reptilien Westfalens. Abh. Landesmus. Naturkde. Münster. 43: 30-44.
- GARCIA-PARIS, M., 1985. Los anfibios de España. Madrid; publicaciones De Extension Agraria.
- GELDER, VAN J.J. & G.J.F.A. RIJSDIJK, 1987. Unequal catchability of male *Bufo bufo* within breeding populations. Holarctic Ecology 10: 90-94.
- GITTINS, S.P., 1983. Population dynamics of the

common toad (*Bufo bufo*) at a lake in Mid-Wales. J. Anim. Ecol. 52: 981-988.

GUBBELS, R.E.M.B., 1986. Vuursalamanders (*Salamandra salamandra* L.) in het Bunderbos c.a. bedreigd? In: Herpetologische Studiegroep. Verspreiding van de Herpetofauna in Noord-Brabant en Limburg 1984. Maastricht; Natuurhistorisch Genootschap in Limburg.

GUBBELS, R.E.M.B., 1988. Over het vlekkenpatroon van de Vuursalamander. Natuurhist. Maandbl. 77 (3): 50 - 52.

HIMSTEDT, W., 1971. Die Tagesperiodik von Salamandriden. Oecologia. 8: 194-208.

JOLY J., 1968. Données écologiques sur la salamandre tachetée, *Salamandra salamandra* (L.). Annales des Sciences naturelles. Zoologie. 10: 301 - 366.

KLEWEN, R., 1985. Untersuchungen zur Ökologie und Populationsbiologie des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra terrestris* Lacépède, 1788) an einer isolierten Population im Kreise Paderborn. Abh. Westf. Mus. f. Naturkde. 47: 1 - 51.

SOUTHWOOD, T.R.E., 1978. Ecological Methods. London; Chapman and Hall.

VLEERMUIZEN IN DE BARAKKENGROEVE

II. TEMPERATUURPREFERENTIE

FRANK VAN DEN BOSCH, Noordeinde 7, Leiden
INGE PFEIFFER, Florialialaan 47, Bussum

Gedurende tien jaar is elke winter rond de jaarwisseling het vleermuisbestand van de Barakkengroeven nauwkeurig geïnventariseerd. Van elk individu werd de soort, hangplaats in de groeve en hangpositie in de gang genoteerd. In het vorige artikel (VERDONK, 1987) is de aantalsontwikkeling gedurende de afgelopen tien jaar beschreven. In dit artikel zullen we ingaan op de temperatuurpreferentie van de verschillende soorten. Het derde artikel zal gaan over de hangposities van enkele soorten.

Om perioden van voedselschaarste te overbruggen gaan vleermuizen in winterslaap. Twee grote problemen waar ze mee te maken hebben tijdens de winterslaap zijn vochtverlies en energieverlies. Te groot vochtverlies wordt tegengegaan door een winterslaapplaats met een hoge luchtvochtigheid op te zoeken. In mergelgroeven is de lucht doorgaans vrijwel verzadigd. Om het energieverlies te minimaliseren wordt een overwinteringsplaats opgezocht met een "optimale" en stabiele temperatuur. Deze optimale temperatuur ligt tussen een te hoge temperatuur waarbij de metabolische processen veel energie kosten en een te lage temperatuur waarbij de verbranding door het dier groter gemaakt moet worden om beschadiging door onderkoeling te voorkomen.

Alle activiteiten die invloed hebben op de temperatuur-stratificatie van een

groeve kunnen dus een effect hebben op het overwinteringssucces van de vleermuizen. Het mag duidelijk zijn dat het voor het geven van beheersadviezen (bijvoorbeeld afsluiten met hekken of muren) van belang is om de temperatuurpreferentie van de verschillende soorten te kennen.

Een aantal auteurs hebben de temperatuurpreferentie van vleermuizen in mergelgroeven onderzocht (DAAN, 1967, DAAN & WICHERS, 1968). We zullen beargumenteren dat de door hen gebruikte methode een vertekend beeld kan geven van de temperatuurpreferentie. Met behulp van een gecorrigeerde methode zijn de in de Barakkengroeven verzamelde gegevens verwerkt.

BEZEM, SLUITER & VAN HEERDT (1964) hebben de algemene regel geformuleerd dat 'de neiging van een vleermuissoort om dieper door te dringen in

de groeve toeneemt bij soorten waarvan de noordgrens van het areaal meer naar het zuiden ligt'. Deze conclusie is gebaseerd op vijf jaar onderzoek in een groot aantal groeven in Zuid-Limburg. Deze regel zegt alleen iets over de plaats van vleermuizen in de groeve. De meest voor de hand liggende functionele verklaring is dat de dieren die zuidelijker leven geadapted zijn aan hogere temperaturen en daardoor een hogere optimale overwinteringstemperatuur hebben. DAAN & WICHERS (1968) hebben gedurende twee jaar in de Geulhemergroeven (BELS 1952; nr. 87) temperatuurgegevens verzameld. Uit hun gegevens blijkt inderdaad dat de geprefereerde temperatuur lager is naarmate de areaalgrens noordelijker ligt. In dit artikel bekijken we of we eenzelfde verband kunnen vinden voor de vleermuizen in de Barakkengroeven.

METHODE

Van 1975 tot 1985 werd jaarlijks in januari de hangplaats en soort van elke vleermuis in de Barakkengroeven bepaald en op een kaart ingetekend. In januari 1982 werden met behulp van een elektrische thermometer de temperaturen in de groeve gemeten. De me-

tingen werden vlak onder het plafond van de groeve gedaan omdat vleermuizen meestal in het bovenste deel van de gang hangen en omdat de temperatuurf fluctuaties hier het kleinst zijn.

De groeve werd onderverdeeld in verschillende gebieden met een temperatuur van: $<4^{\circ}$, tussen 4° en 5° , 5° - 6° , 6° - 7° , 7° - 8° , 8° - 9° , 9° - 10° en $>10^{\circ}$ Celsius. Aan de hand van deze gegevens werd een temperatuurkaart van de Barakkengroeven samengesteld. Deze kaart bleek slechts in enkele details af te wijken van een soortgelijke kaart die in 1963 door S. Daan werd gemaakt. We nemen daarom aan dat de groeve in januari elk jaar vrijwel dezelfde temperatuurstratificatie heeft. Waarschijnlijk geldt dit alleen niet voor het ingangsgedeeft omdat hier de temperatuur direct door de buitentemperatuur beïnvloed wordt. Omdat niet elk jaar de temperatuur van het ingangsgedeeft werd gemeten zijn de vleermuizen die daar hingen bij de verwerking van de gegevens weggelaten. Daar het hier om zeer kleine aantallen gaat (<3 per jaar) zal dit de resultaten niet beïnvloeden.

Met behulp van de hierboven beschreven gegevens is het mogelijk om tabellen te maken van het aantal vleermuizen, van een bepaalde soort, dat in de diverse temperatuurzones hangt. Verschillende auteurs hebben hun resultaten op deze wijze gepresenteerd. Zo'n tabel heeft echter geen juist beeld van de temperatuurpreferentie van de vleermuizen te geven. Stel bijvoorbeeld dat de groeve uit twee in oppervlakte sterk verschillende temperatuurzones bestaat. Van een vleermuissoort die geen voorkeur heeft voor één van de twee temperaturen zal dan de meerderheid in de grootste zone gevonden worden. Het lijkt dan of deze soort een sterke voorkeur heeft voor de temperatuur van die zone. Er moet dus gecorrigeerd worden voor de oppervlaktes van de verschillende temperatuurzones. Men construeert dan als het ware een hypothetische groeve met temperatuurzones van gelijke oppervlakte. Als maat voor de oppervlakte van een temperatuurzone is de totale lengte van een gangstelsel in die zone genomen. Omdat de gangen in de Barakkengroeven overal ongeveer even breed zijn is dit een goede en eenvoudig te bepalen maat voor de oppervlakte. Verder is, om verschillende soorten te kunnen vergelijken het aantal vleermuizen in relatieve termen uitgedrukt.

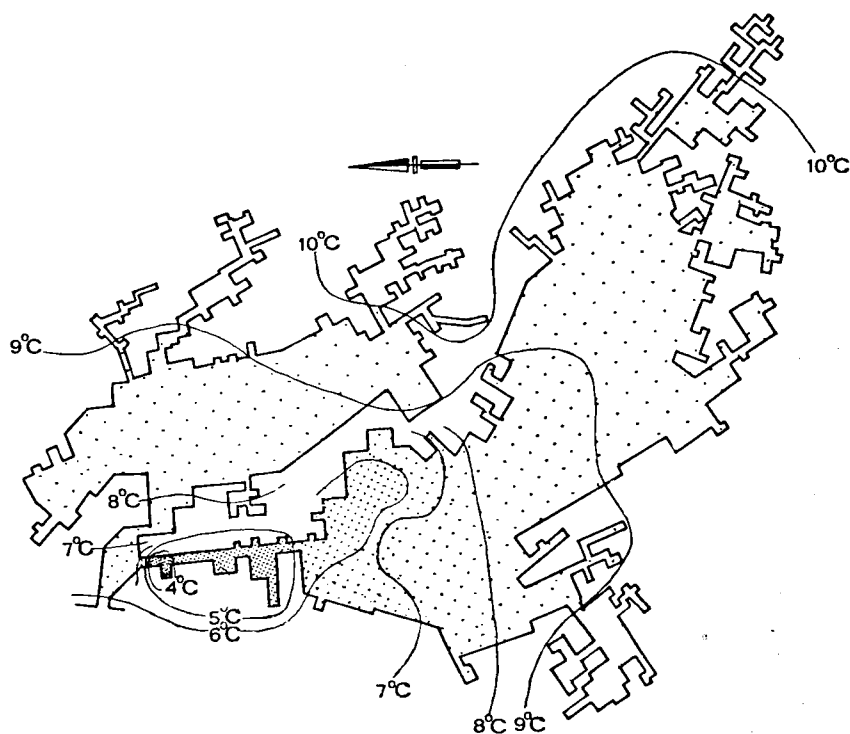
ENKELE KANTTEKENINGEN

Hierboven stelden we dat de temperatuur één van de belangrijkste factoren is waarop de dieren hun plaats in de groeve selecteren. Daarnaast zijn er andere factoren die de verdeling van vleermuizen in de groeve beïnvloeden maar die hier eenvoudigheidshalve buiten beschouwing blijven. Zo is bijvoorbeeld bekend dat achter in zeer diepe groeven relatief weinig vleermuizen hangen hoewel de temperatuur daar gelijk is aan die van gebieden in minder diepe groeven waar wel vleermuizen worden aangetroffen. De afstand tot de ingang kan dus invloed hebben op de verdeling over de verschillende temperatuurzones. Ook is bekend dat bepaalde soorten een voorkeur hebben voor bepaalde hangposities binnen een gang, bijvoorbeeld weggekropen in een spleet (BEZEM *et al.*, 1964). Wanneer een dergelijke hangpositie alleen in bepaalde temperatuurzones gerealiseerd kan worden kan dit de verdeling over de zones beïnvloeden. Omdat de Barakkengroeven vrij regelmatig van opbouw is mogen we aannemen dat dit laatste de resultaten niet beïnvloed heeft.

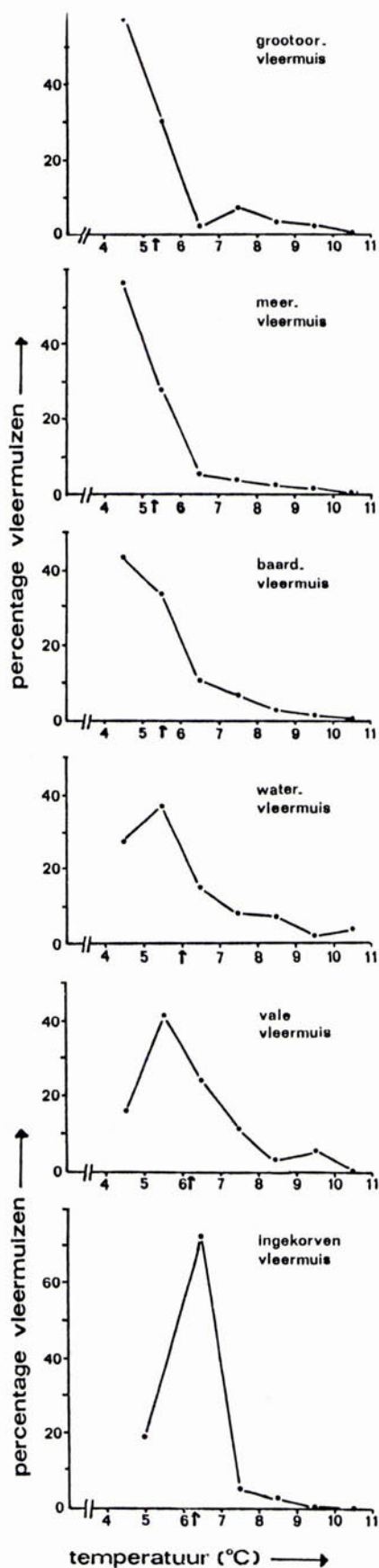
Naast de beperkingen die het beschouwen van slechts één bepalende factor met zich mee brengt zijn er nog een drietal zaken, specifiek voor de hier besproken gegevens, die we ons

moeten realiseren bij de interpretatie van de resultaten. Zo is het aantal waarnemingen van Grootoorvleermuizen (*Plecotus auritus/austriacus*) en de Ingekorven vleermuis (*Myotis emarginatus*) waarop figuur 2 gebaseerd is vrij klein. Omdat vleermuizen vaak jaren achtereen in de zelfde groeve overwinteren (PUNT *et al.*, 1974) gaat het hier vaak om de zelfde individuen. Verder hoeft de gangtemperatuur geen goede maat te zijn voor de omgevingstemperatuur van een individu. Wanneer een dier bijvoorbeeld diep wegkruipt in het gesteente (in een scheur of een boorgat) kan de temperatuur in de directe omgeving van het dier afwijken van de gangtemperatuur. Als laatste punt noemen we hier dat uit de literatuur bekend is dat vleermuizen gedurende de winters soms van hangplaats veranderen (DAAN, 1973). De januaritellingen zeggen dus niets over de temperatuurpreferentie op andere momenten in het winterseizoen.

Het mag duidelijk zijn dat we niet tot algemeen geldende conclusies kunnen komen over de verspreiding in een groeve van winterslapende vleermuizen in relatie tot hun temperatuurpreferentie. De resultaten wijzen echter wel in een bepaalde richting en kunnen misschien tot verder onderzoek leiden. Een diepgaande vergelijking met literatuurgegevens en gedetailleerdere studies moeten een vollediger beeld geven.



Figuur 1. De temperatuurstratificatie van de Barakkengroeven (nr. 83) in januari 1982.



Figuur 2. Het percentage vleermuizen per temperatuurzone (gecorrigeerd voor oppervlakte, zie methode).

↑ = gemiddelde temperatuur

RESULTATEN EN DISCUSSIE

Figuur 1 geeft de temperatuurstratificatie van de Barakkengroeve in januari weer. Opvallend is de zône van $<5^{\circ}\text{C}$ in het zogeheten middenstelsel, op enige afstand van de ingang. Deze zône is ingesloten door zônes met hogere temperaturen, terwijl in de meeste groeven ('s winters) de koudste zône direct tegen de ingang van de groeve aanligt. De verklaring hiervoor is te vinden in de bouw van en de luchtcirculatie in de groeve. Vanaf de ingang daalt het "middenstelsel" steil en gaat na enkele tientallen meters weer horizontaal lopen. Door deze snelle daling stromen er grote hoeveelheden relatief koude lucht het middenstelsel in. Hierdoor ontstaat een "koude bel" net na de daling in het middenstelsel. Dit effect wordt nog versterkt doordat zich tussen het middenstelsel en het "bovenstelsel", die ten dele boven elkaar liggen, een luchtschacht bevindt. Door deze schacht stroomt warme lucht die zich tegen het plafond van het middenstelsel verzamelt naar het bovenstelsel (KUIPERS & DAAN, 1970).

In figuur 2 is (na correctie, zie methode) het percentage dieren per temperatuurzone uitgezet. De pijltjes onder de x-as geven de gemiddelde temperatuur aan waarbij de betreffende soort hangt. Het beeld dat uit deze figuur naar voren komt stemt, wat betreft de temperatuurpreferentie van de soorten ten opzichte van elkaar, redelijk overeen met wat er uit de literatuur (DAAN & WICHERS, 1968; BEZEM *et al.*, 1964; PUNT & PARMA, 1964; DAAN, 1973) bekend is. Grootoorvleermuizen hangen in de Barakken-groeve bij de laagste temperaturen, ze worden veelal in het ingangsgebied en slechts zelden diep in de groeve aangetroffen. Ook lijkt deze soort zich vrij weinig aan te trekken van (koude) luchtstromen. De Baardvleermuis (*Myotis mystacinus/brandtii*) hangt iets kouder dan de

Watervleermuis (*Myotis daubentonii*). De Vale vleermuis (*Myotis myotis*) en de Ingekorven vleermuis prefereren van alle soorten de hoogste temperaturen. De plaats van de Meervleermuis (*Myotis dasycneme*) is echter onduidelijker. In de Barakkengroeve hangt hij iets warmer dan de Grootoorvleermuis en iets kouder dan de Baardvleermuis en de Watervleermuis. DAAN (1973) vond in de Koeleboschgroeve ook dat de Meervleermuis in januari iets kouder hangt dan de Water- en Baardvleermuis. In de Geulhemergroeve hangt hij echter warmer dan de Water- en Baardvleermuis (DAAN & WICHERS, 1968). BEZEM *et al.*, 1964 plaatsen de Meervleermuis tussen de Baardvleermuis en de Watervleermuis in. Het is niet duidelijk waarom de Meervleermuis zich in verschillende groeven verschillend gedraagt. Mogelijk hebben de afstand tot de ingang of beschikbare hangposities hier iets mee te maken. Op de hangposities wordt in het derde artikel ingegaan.

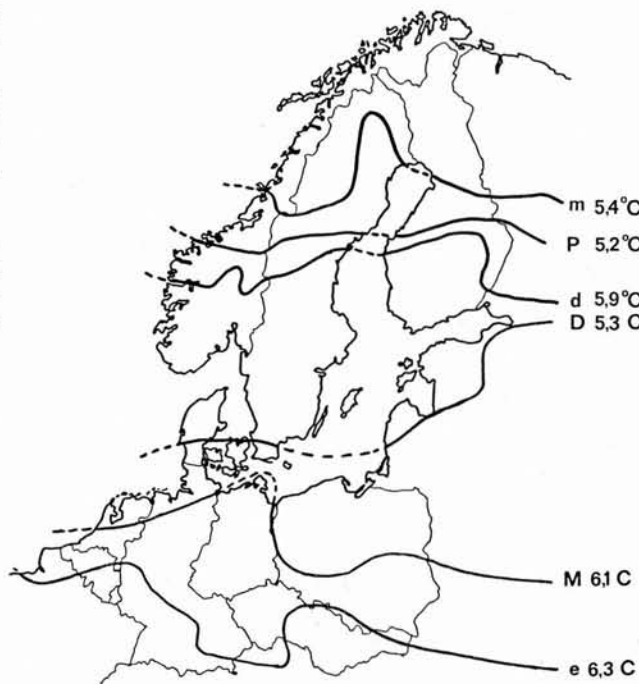
Tabel I geeft een samenvatting van de door DAAN & WICHERS (1968) en DAAN (1967) vermelde en de door ons berekende geprefereerde hangplaatstemperaturen. Het blijkt dat de berekeningsmethode een grote invloed heeft op de berekende geprefereerde absolute temperatuur. De door ons berekende temperaturen zijn lager. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat in veel groeven de zônes met hoge temperaturen groter zijn dan die met lage temperaturen. De conclusie is dus dat de voorkeurstemperatuur van vleermuissoorten in de tot nu toe gepubliceerde literatuur hoger geschat wordt dan hij in werkelijkheid is.

Er blijkt een globaal verband te bestaan tussen de noordgrens van het areaal en de gemiddelde temperatuur waarbij de dieren hangen (zie figuur 3). Alleen de Meervleermuis wijkt sterk van de trend af maar zoals boven vermeld is de relatieve temperatuurpreferentie van deze soort nog onduidelijk.

Tabel I. Gemiddelde hangplaatstemperaturen in enkele Zuid-Limburgse mergelgroeven in graden celsius.

	Geulhemergroeve DAAN & WICHERS, '68		Koelenboschgroeve DAAN, '73		Barakkengroeve Januari
	Januari	jaar	Jan. '68	Jan. '69	
Grootoorvleermuis	(0)	3,5			5,2
Meervleermuis	7,0	7,5	7,2	6,5	5,3
Baardvleermuis	5,9	6,8	7,3	6,4	5,4
Watervleermuis	6,8	7,2	7,4	6,5	5,9
Vale vleermuis	8,5	8,5			6,1
Ingekorven vleermuis	9,5	9,5			6,3

Figuur 3. De noordgrens van het verspreidingsgebied (naar BEZEM et al., 1952) en de gemiddelde hangplaatstemperatuur in januari. m = Snorvleermuis, P = Grootoorvleermuis, d = Watervleermuis, D = Meervleermuis, M = Vale vleermuis, e = Ingekorven vleermuis.



Wanneer we de gegevens van DAAN WICHERS (1968) ook zo uitzetten krijgen we een zelfde beeld. Omdat het zeer voor de hand ligt dat vleermuizen hun hangplaats voornamelijk selecteren naar de op de hangplaats heersende temperatuur is het waarschijnlijk juist om de regel van Bezem et. al. (zie inleiding) op de door Daan en Wichers reeds gesuggereerde manier te veranderen in: "naarmate de noordgrens van het verspreidingsgebied van een vleermuissoort meer naar het zuiden ligt preferiert de soort een hogere temperatuur op de overwinteringsplaats".

SUMMARY

HIBERNATION OF BATS IN THE "BARACKENGROEVE" (LIMBURG, THE NETHERLANDS)

II. TEMPERATURE PREFERENCES OF SOME SPECIES.

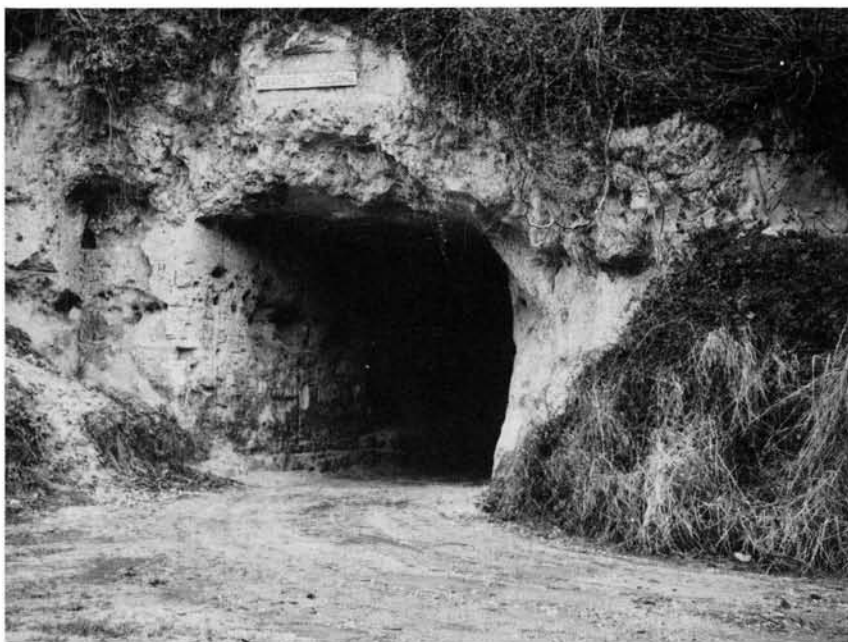
During the midwinter censuses (in January) of 1975 to 1985 the exact location of all individual bats in the Barakkengroove (nr. 83) were plotted on a map. From these data the temperature preference curve of each species was determined. The Long-eared bats (*Plecotus auritus/austriacus*) were found to prefer the lowest temperatures of all species. The Whiskered bats (*Myotis mystacinus/brandtii*) preferred slightly lower

temperature than the Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*). The Mouse-eared bat (*Myotis myotis*) and the Notched-eared bat (*Myotis emarginatus*) preferred the warmest parts of the cave.

These observations are in consistence with the literature. The calculated absolute temperature preference seems to depend on the calculation method. It is stressed that further research on this matter is needed, especially in relation to cave preservation. It is shown that the tendency of a species to hibernate (in January) at a higher temperature increases as the northboundary of its distribution lies more to the south. This idea was already formulated by DAAN & WICHERS (1968).

LITERATUUR

- BEIS, L., 1952. Fifteen years of bat banding in the Netherlands. Publ. Natuurhist. Gen. Limburg. 99 p.p.
- BEZEM, J.J., SLUITER, J.W. & HEERDT, P.F. VAN, 1964. Some characteristics of the hibernating locations of various species of bats in South Limburg. Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. (C) 67, (5): 325-350.
- DAAN, S., 1973. Activity during natural hibernation in three species of Vespertilionid bats. Netherlands Journal of zoology 23, (1): 1-71.
- DAAN, S. & WICHERS, H.J., 1968. Habitat selection of bats hibernating in a limestone cave. Z.f. Säugetierkunde 33, (5): 262-287.
- KUIPERS, B. & DAAN, S., 1970. 'Internal migration' of hibernating bats: response to seasonal variations in cave microclimate. Bijdr. Dierk. 40: 51-55.
- OSIECK, E.R. & VERDONK, M.J., 1980. De vleermuisenstand in de Barakkengroove. Lutra 22 (1-3): 45-54.
- PUNT, A., BREE, VAN, VIAS, J. DE, WIERSEMA, G.J., 1974. De nederlandse vleermuizen. Wetenschappelijke mededelingen K.N.N.V. nr. 104. 48 p.p.
- PUNT, A. & PARMA, S., 1964. On the hibernating of bats in a marl cave. Publ. Natuurhist. Gen. Limburg 13: 45-59.
- VERDONK, M., 1987. Vleermuizen in de Barakkengroove, aantallen sinds het verdwijnen van de champignonkwekerij. Natuurhist. Maandbl. 77(3): 54-56.



De ingang van de Barakkengroove zoals die er in 1959 bij lag. De groeve is momenteel afgesloten door een stevig hekwerk om ongewenste bezoekers te weren. Foto: Foto-archief R.I.V.O.N.