

2025년 추계학술발표대회 : 일반부문

업무 경험 향상을 위한 가상현실 업무 공간 디자인 개인화 시스템 - 프로토타입 구현 및 사용자 검증 -

Virtual Reality-based Design Personalization System for Enhanced Work Experience - Prototype Implementation and User Validation -

○조 경 현* 강 지 수** 김 영 조** 차 승 현***
Cho, Kyunghyun Kang, Jisoo Kim, Yeongjo Cha, Seung Hyun

Abstract

This study investigates the effects of design personalization in virtual reality workspaces (VRWS) on workspace satisfaction and productivity. Twelve graduate students were divided into three groups; each compared the default condition with one personalization level: Level 1 (e.g., desk stationery manipulation), Level 2 (e.g., interior design), or Level 3 (e.g., spatial structure alterations). Participants performed reading comprehension and proofreading tasks, with task accuracy and completion time collected as objective measures. Subjective assessments included PANAS, NASA-TLX, IPQ, MAUVE, and satisfaction ratings. Results indicate that personalization tends to enhance both satisfaction and productivity, underscoring the significance of visual aesthetics in VRWS design and informing guidelines for platform development.

키워드 : 가상현실, 업무 공간 설계, 디자인 개인화, 업무 공간 만족도, 업무 생산성

Keywords : Virtual Reality, Workspace Design, Design Personalization, Workspace Satisfaction, Work Productivity

1. 연구의 배경

지식 산업의 업무 환경은 근로자의 안녕감과 수행 능력에 중대한 영향을 미치며, 특히 공간 디자인 및 분위기와 같은 심미적 요소는 심리적 만족도와 성과를 향상시키는 요인으로 보고되고 있다(Barton et al., 2023; Bellet et al., 2024; Freitag et al., 2018; Kirillova et al., 2020). 그러나, 최근 오픈 플랜 사무실이 개인의 선호를 충족하지 못하는 한계가 드러나면서, 맞춤형 업무 공간과 “데스크테리어” 문화가 새로운 대안으로 부각되고 있다(Kim & De Dear, 2013; Knight & Haslam, 2010; Misoska, 2014; Lee, 2022). 또한 코로나19의 확산은 재택근무와 원격근무를 일반화하며 개인화된 업무 경험을 강화하였고, 이는 위케이션과 같은 새로운 근로 문화를 낳았다(Wang et al., 2021; Voll et al., 2023).

이와 맞물려 급속히 발전한 가상현실 기술은 물리적 제약을 넘어 몰입적 환경을 제공하는 혁신적 수단으로, 다양한 상용 플랫폼을 통해 업무 활용 가능성이 주목받고 있다(Bhagwatar et al., 2018; Cho & Cha, 2024). 그러나 현재 제공되는 개인화는 기능적 요소에 치중되어 있으며, 공간 디자인의 심미적 효과는 충분히 탐구되지 않았다. 따라서 본 연구는 가상현실 업무 공

간의 시각적 디자인 개인화가 사용자 경험에 미치는 실질적 영향을 규명하고자 한다(Aufegger et al., 2022; Im et al., 2025).

2. 사용자 실험

2.1. 가설의 설정

본 연구는 공간의 형태, 천장의 높이, 벽체의 색상 및 질감, 가구 디자인 등 시각적으로 인지되는 심미적 요소가 사용자의 업무 수행에 미치는 영향을 검증하고, 나아가 가상현실의 특성을 활용하여 물리적 제약 없이 공간 디자인을 개인화하는 효과를 탐구하는 데에 그 목적이 있다. 이를 위해 다음의 세 가지 가설을 설정하였다.

첫째, 가상현실 업무 공간의 개인화는 사용자의 업무 공간 만족도를 향상시킬 것이다.

둘째, 가상현실 업무 공간의 개인화는 사용자의 업무 생산성을 향상시킬 것이다.

셋째, 개인화 가능 범위가 넓어질수록 업무 공간 만족도와 생산성의 향상 폭은 커질 것이다.

2.2. 사용자 실험의 설계

사용자 실험은 4 × 6m 규모의 사무실 환경에서 진행되었으며, 책상·의자·키보드·마우스가 제공되었다. 가상현실 환경은 Rhino 7, Grasshopper, Unity3D를 활용하여 구현되었고, 물리 현실의 사무실을 모방한 형태로 책상과 의자, 응접용 가구, 선반 등이 배치되었다. 내부는 무채색과 추상적 재질감을 적용해 중립적 자극을 유지했으며, 외부 경관 또한 단조로운 무채색 배경으로 설정하였다(그림 1).

* 한국과학기술원 문화기술대학원 박사과정

** 한국과학기술원 문화기술대학원 석사과정

*** 한국과학기술원 문화기술대학원 부교수, 건축학박사

(Corresponding author : Graduate School of Culture Technology, Korea Advanced Institute of Science & Technology, shcha@kaist.ac.kr)

이 연구는 KAIST 석박사모험연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

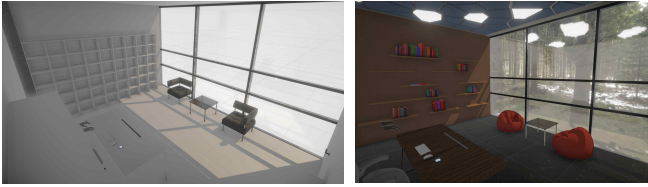


그림 1. 가상현실 업무 공간 실험 환경(좌: 기본 환경, 우: 개인화 환경)
가상현실 실험 환경은 네 가지 조건으로 구성되었다. 기본 환경은 중립적인 자극의 디자인으로 개인화가 불가능하며, Lv. 1은 책상 위의 사무용품, Lv. 2는 실내 인테리어 요소(천장, 벽체, 바닥, 문, 가구), Lv. 3은 공간의 구조와 외부 경관까지 개인화가 가능하다. 각 조건은 상위 수준이 하위 수준의 범위를 포함하는 방식으로 제시되었다(표 1).

표1. 개인화의 환경과 그 영역 및 개인화 항목의 정의

환경	구분	개인화 여부 및 범위	개인화 항목
기본		디자인 변경 불가	중립적 자극의 환경 제공
Lv. 1		책상 위 영역	노트, 연필꽂이 등 사무용품
Lv. 2		실내 공간	천장, 벽체, 바닥, 문 및 가구
Lv. 3		구조적 형태 및 장소	원형/사각형 공간, 외부 경관

모든 피험자는 세 그룹에 무작위로 배정되었으며, 그룹 1은 기본-Lv. 1, 그룹 2는 기본-Lv. 2, 그룹 3은 기본-Lv. 3 조건에서 실험을 수행하였다. 과제는 국문 독해 및 문제 풀이(TOPIK 기반)와 오타자 검수 과업으로 구성되었으며, 환경 외 변인의 영향을 최소화하기 위해 한국어 지문을 사용하였다. 또한 심리·생리적 상태와 가상현실 업무 공간의 사용성을 검증하기 위한 설문조사가 병행되었다.

2.3. 실험의 피험자

피험자는 총 12명(4 male, 8 female)의 대학원생과 연구원(23-42세, $M=27.73$, $SD=5.14$)으로, 모두 나안 및 교정시력 0.6 이상, 색맹 여부 정상으로 가상현실 장비의 이용에 문제가 없었다. 11명의 피험자(91.67%)는 가상현실 경험이 5회 이상이었으며, 이 중 7명(58.33%)은 이용 경험이 10회 이상으로 상당한 친숙도를 나타내었다.

2.4. 실험의 수행 절차

피험자는 실험 소개와 지시를 받은 후 가상현실 장비를 착용하고 기본 환경에 약 1분간 적응한 뒤 과제와 설문을 수행하였다. 이후 장비를 탈착하고 10분간 휴식을 취하며 개인화 조건의 조작법에 관한 안내를 받았다. 다시 VR에 입장해 주어진 범위 내에서 환경을 개인화한 후 과제와 설문을 진행하고, 종료 후 장비를 탈착하고 사후 인터뷰에 응하였다.

2.5. 데이터의 측정 및 수집

본 연구는 객관적 지표와 주관적 지표를 함께 수집하였다. 독해 문제 풀이와 오타자 검수 업무에서 소요 시간과 정당률(완성도)을 수집하여, 기본 조건과 개인화 조건 간 결과의 비교를 수행하였다.

설문조사는 실험 수행 전과 각 조건에서 업무 수행 후 총 3회에 걸쳐 진행되었다. 피험자의 감정 상태 분석을 위한 Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) (Watson

et al., 1988), 피험자 개인의 몰입 성향을 파악하기 위한 Immersive Tendency Questionnaires (ITQ) (Witmer & Singer, 1998), 실험 환경에서 업무 경험의 몰입도 측정을 위한 iGroup Presence Questionnaire (IPQ) (Schubert et al., 2001), 수행한 업무에 관한 부하의 측정을 위한 NASA-Task Load Index (NASA-TLX) (Hart & Staveland, 1988), 가상현실 업무 공간 환경의 사용성 평가를 위한 Multi-criteria Assessment of Usability for Virtual Environments (MAUVE) (Stanney et al., 2003) 및 해당 환경에 대한 주관적 만족도 등 여섯 종류의 설문조사가 제시되었다. 이들은 각각 5점, 7점 및 10점 척도의 Likert 척도를 통해 평가되었으며, 각 실험 전, 기본 조건, 개인화 조건에서의 상태가 비교 분석되었다.

실험의 종료 후 모든 피험자는 간단한 사후 인터뷰에 응하여 경험에 대한 주관적인 의견과 소감을 응답하였으며, 해당 데이터는 정량적 데이터 결과 해석의 보조 자료로 활용되었다.

3. 실험의 결과

12명의 피험자 중 1명이 업무 수행 도중 멀미 현상을 호소하여 중도 포기하여, 총 11명의 데이터가 분석을 위해 수집되었다. 수집된 데이터를 기반으로 가설 1과 2의 검증을 위한 각 그룹 내에서의 비교 분석과 가설 3의 검증을 위한 개인화 조건 그룹 간 몰입도, 사용성 평가, 업무 수행 능력 및 인지된 업무 부하, 만족도 및 감정 변화 등의 비교 분석이 수행되었다.

3.1. Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)

피험자의 기분 상태 변화를 측정하는 PANAS는 실험 과정 중 실험 수행 전, 기본 조건의 수행 후, 그리고 개인화 조건의 수행 후에 각각 측정된 데이터를 기반으로 비교 분석되었다. 측정 결과는 긍정적 감정이 실험 전 ($M=23.10$, $SD=5.72$)보다 기본 조건($M=22$, $SD=7.56$)에서 감소하였으며, 반대로 개인화 조건($M=25.64$, $SD=8.56$)에서는 증가하였다. 또한 부정적 감정은 실험 전($M=15.55$, $SD=5.35$)보다 기본 조건($M=16.18$, $SD=5.31$)에서 증가하였으며, 반대로 개인화 조건($M=12.45$, $SD=3.30$)에서는 감소하였다. 개인화 가능 범위에 따른 영향의 차이는 그룹 1의 경우 피험자가 개인화 환경을 기본 환경보다 더 부정적으로 인지하는 경향을 보였으나, 그룹 2와 3은 기본 환경보다 긍정적으로 인지하였다(그림 2).

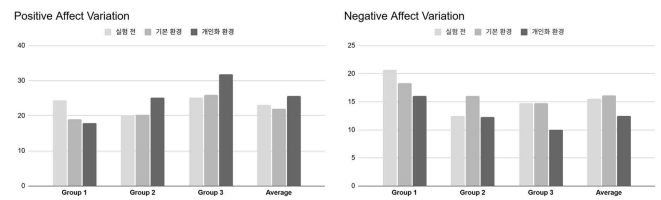


그림 2 그룹별 긍정적 정서(좌)와 부정적 정서(우)의 변화

3.2. iGroup Presence Questionnaire (IPQ)

IPQ는 피험자가 가상현실의 실험 환경 내에서 실제감을 느낀 정도와 실험 환경 내에서 수행한 업무 경험에 대한 몰입의 정도를 평가하는 척도로서, 기본 환경과 개인화 환경에

서 업무 수행의 종료 후에 각각 측정되었다. 피험자의 몰입도는 모든 그룹에서 기본 환경($M=14.30$, $SD=2.49$)보다 개인화 환경($M=15.45$, $SD=3.11$)에서 증가하는 경향을 보였다(그림 3 (좌)). 그룹 1은 기본 환경보다도 개인화 환경에서 더욱 낮은 몰입도를 응답하였으며, 그룹 2의 피험자들이 기본 환경 대비 개인화 환경에서 가장 큰 폭의 몰입도 상승을 보였다.

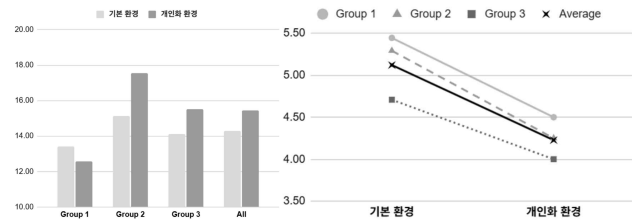


그림 3. 그룹별 몰입도의 변화(좌)와 인지된 업무 부하의 변화(우)

3.3. NASA-Task Load Index (TLX)

업무 수행 시 인지된 부하 및 생산성을 측정하는 설문조사인 NASA-TLX는 기본 환경과 개인화 환경에서 각각 제시된 두 업무에 대한 피험자의 인지된 생산성을 측정하였다. 모든 그룹에서 피험자들은 기본 환경($M=5.12$, $SD=1.15$)에 비해 개인화 환경($M=4.23$, $SD=0.88$)에서 더 낮은 업무 부하를 보고하였다 (그림 3 (우)). 그룹별 비교에서는 그룹 2의 피험자가 가장 극적인 업무 부하의 감소를 보고하였으며, 그룹 1, 2, 3의 순서로 업무 부하 점수가 높게 보고되었다.

3.4. Multi-Criteria Assessment of Usability for Virtual Environment (MAUVE)

MAUVE는 가상현실 환경의 사용성 평가를 위하여 Stanney et al. (2003)에 의해 고안된 것으로 길찾기, 이동 방법, 오브젝트와의 상호작용, 시각적 품질, 청각적 피드백, 촉각적 피드백, 멀미 및 피로감, 사용자 관여, 현존감, 몰입의 총 10개 기준을 통해 가상현실 환경의 사용성을 평가하는 프레임워크이다. 그 중, 본 실험에서는 피험자의 가상현실 환경 내 물리적 이동이 없으며 촉각 및 청각적 자극을 제공하지 않았으므로 길찾기, 이동 방법, 청각적 피드백, 촉각적 피드백의 네 기준을 제외한 여섯 가지 기준에 대하여 각 세 문항의 질문을 통하여 피험자의 인지된 사용성을 측정하였다.

피험자 답변의 분석 결과, 전반적인 사용성은 기본 환경($M=3.54$, $SD=0.34$)보다 개인화 환경($M=4.32$, $SD=0.63$)에서 더 높은 점수를 득하였다. 기준별 사용성 평가의 분석 또한 기본 환경보다 개인화 환경에서 전반적으로 모든 기준에서 더 높은 점수를 득점하였음을 도출하였다(그림 4).

3.5. 주관적 만족도

주관적 만족도 설문은 앞서 시행한 네 가지 설문이 포함하지 못하는 부분을 보완하기 위한 설문으로서, System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1996)을 기반으로 본 실험 환경의 특수성을 고려하여 제작되었다. 본 설문조사는 가상현실 업무 공간에 대한 피험자의 디자인 만족도, 상호작용의 만족도, 심리적 쾌적함, 선호도의 일치, 장기적 사용성의 다섯 가지 항목에 대해 보다 직접적으로 질문함으로써, 다른 설문과 더불어 데이터의 명료성을 높여줄 수 있다. 다섯 가지 질문 모두에서 전반적으

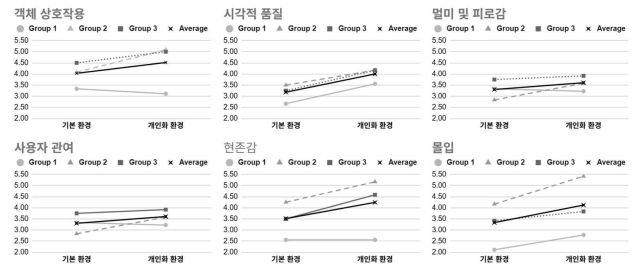


그림 4. 그룹별 & 기준별 사용성 평가의 변화 경향
로 모든 그룹의 피험자들이 기본 환경($M=3.27$, $SD=0.35$)보다 개인화 환경($M=4.91$, $SD=0.65$)에서 더 높은 만족도를 드러냈으나, 예외적으로 장기적 사용성 측면에서는 그룹 1의 피험자들이 개인화 환경을 부적합한 환경으로 평가하였다(그림 5).

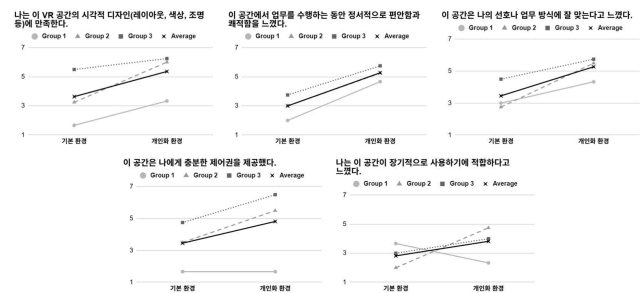


그림 5 그룹별 주관적 만족도의 변화

3.6. 업무 수행 능력

피험자의 인지된 업무 생산성의 평가와 더불어 본 연구는 피험자의 업무 수행 중 소요 시간과 결과물의 정답률을 측정하여 실제 생산성을 비교 분석하였다. 그 결과, 독해 업무와 오타자 검수 업무 모두 업무 수행 소요 시간이 기본 환경($M=320.53$, $SD=72.27$ / $M=411.58$, $SD=129.60$)보다 개인화 환경($M=269.20$, $SD=72.63$ / $M=325.59$, $SD=81.58$)에서 더욱 짧게 측정되었으며, 정답률 또한 기본 환경($M=96.26$, $SD=4.76$ / $M=44.44$, $SD=24.02$)보다 개인화 환경($M=99.47$, $SD=1.77$ / $M=54.03$, $SD=15.95$)에서 더 높은 정답률을 기록하였다. 업무 수행의 소요 시간은 그룹 3에서 가장 많이 단축되었으며, 그룹 1에서도 유의미하게 단축된 반면, 예상과는 달리 그룹 2에서는 오히려 업무 수행 시간이 증가하는 양상을 보였다. 그러나, 그룹 간 피험자 개인의 변화량은 그룹 2의 피험자의 소요 시간이 가장 크게 단축되었다(그림 6). 독해 업무는 정답률이 향상되었지만, 그 효과가 미미했으며, 오타자 검수 업무는 특히 그룹 2에서 월등하게 향상되었다(그림 7).

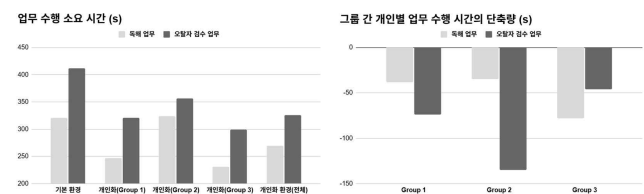


그림 6 그룹별 업무 수행 시 소요 시간과 그 변화

4. 토의 및 결론

본 연구의 실험 결과, 개인화 가능한 가상현실 업무 공간

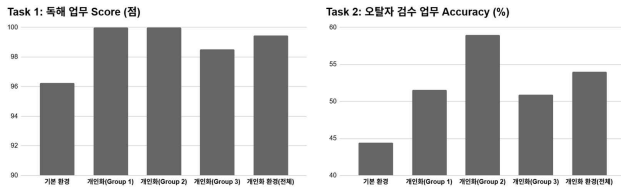


그림 7 그룹별 조건 간 업무 수행 정확도의 변화

은 사용자의 만족도와 생산성을 향상시킨다는 세 가지 가설을 모두 지지하였다. 감정적 변화는 Im et al. (2025)의 결과와 일치하며, 개인화 범위 확장은 긍정적 정서를 강화한다는 점에서 Barton & Le(2023)와 Kirillova et al. (2020)의 결과와도 부합하였다. 또한 업무 수행에서의 소요 시간 단축과 정답률 증가는 Knight & Haslam (2010)의 연구를 지지하였다. 흥미롭게도 중립적 환경에서는 정서와 몰입도는 오히려 부정적으로 평가되었으나, 불필요한 자극 차단으로 인해 업무 집중과 객관적 성과는 긍정적으로 나타났다. 특히 천장, 벽체, 바닥, 가구 변경이 가능한 Lv. 2 조건에서 효과가 가장 두드러졌으며, 이는 가상현실 기술의 장점이 활성화되는 임계 지점으로 추정된다. 다만 Lv. 2와 Lv. 3 사이에는 개인화 범위 차이가 미미해 효과의 차이도 제한적이었다. 한편, 그룹 2와 3에서 멀미와 피로감이 높게 보고되었는데, 이는 하드웨어 해상도와 렌더링 성능의 한계로 인한 부작용으로 보인다.

종합적으로, 본 연구는 가상현실 업무 공간의 디자인 개인화가 주관적 만족뿐 아니라 객관적 성과에도 긍정적으로 작용함을 검증하였다. 특히 개인의 통제 범위가 확장될수록 효과가 강화됨을 확인함으로써, 시각적 자극이 생산성 향상에 기여할 수 있음을 밝혔다. 그러나 참가자의 인구통계학적 다양성 부족과 단기적 실험 맥락은 한계로 작용하며, 후속 연구는 다양한 직군과 장기적 조건을 반영할 필요가 있다. 그럼에도 본 연구는 가상현실 업무 공간 디자인 프레임워크 마련과 향후 학술적·산업적 지침 제시에 기초를 제공한다.

참고문헌

1. Aufegger, L., Elliott-Deflo, N., & Nichols, T. (2022). Workspace and productivity: Guidelines for virtual reality workplace design and optimization. *Applied Sciences*, 12(15), 7393.
2. Barton, G., & Le, A. H. (2023). The importance of aesthetics in workplace environments: an investigation into employees' satisfaction, feelings of safety and comfort in a university. *Facilities*, 41(13/14), 957-969.
3. Bhagwatwar, A., Massey, A., & Dennis, A. (2018). Contextual priming and the design of 3D virtual environments to improve group ideation. *Information Systems Research*, 29(1), 169-185.
4. Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.
5. Bellet, C. S., De Neve, J. E., & Ward, G. (2024). Does employee happiness have an impact on productivity?. *Management science*, 70(3), 1656-1679.
6. Cho, K., & Cha, S. H. (2024). Immersive Computing: Perspectives on Spatial Design Strategies for Individual Virtual Reality

- Workspace Platforms. *Archives of Design Research*, 37(3), 105-117.
7. Freitag, M., Westner, P., Schiller, C., Nunez, M. J., Gigante, F., & Berbegal, S. (2018). Agile Product-Service Design with VR-technology: A use case in the furniture industry. *Procedia Cirp*, 73, 114-119.
8. Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In *Advances in psychology* (Vol. 52, pp. 139-183). North-Holland.
9. Im, J. B., Joo, M., Lee, K. T., & Kim, J. H. (2025). A mixed reality approach to identify cognitive performance and mental states in preferred vs. non-preferred individual and collaborative work environments. *Building and Environment*, 274, 112806.
10. Jiang, J., Wang, D., Liu, Y., Xu, Y., & Liu, J. (2018). A study on pupils' learning performance and thermal comfort of primary schools in China. *Building and Environment*, 134, 102-113.
11. Kim, J., & De Dear, R. (2013). Workspace satisfaction: The privacy-communication trade-off in open-plan offices. *Journal of Environmental Psychology*, 36, 18-26.
12. Kirillova, K., Fu, X., & Kucukusta, D. (2020). Workplace design and well-being: aesthetic perceptions of hotel employees. *The Service Industries Journal*, 40(1-2), 27-49.
13. Knight, C., & Haslam, S. A. (2010). The relative merits of lean, enriched, and empowered offices: An experimental examination of the impact of workspace management strategies on well-being and productivity. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 16(2), 158.
14. Lee, J. Y. (2022), "The colourful way South Korean workers cope with long hours", BBC News, available at: <https://www.bbc.com/worklife/article/20190809-deskterior-the-ornately-decorated-desks-of-south-korea>.
15. Misoska, A. T., Stefanovska-Petkovska, M., Ralev, M., & Krliu-Handjiski, V. (2014). Workspace as a factor of job satisfaction in the banking and ICT industries in Macedonia. *Serbian Journal of Management*, 9(2), 159-171.
16. Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 10(3), 266-281.
17. Stanney, K.M.; Mollaghasemi, M.; Reeves, L.; Breaux, R.; Graeber, D.A. Usability engineering of virtual environments (VEs): Identifying multiple criteria that drive effective VE system design. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.* 2003, 58, 447-481.
18. Voll, K., Gauger, F., & Pfnür, A. (2023). Work from anywhere: Traditional workation, coworkation and workation retreats: A conceptual review. *World Leisure Journal*, 65(2), 150-174.
19. Wang, B., Liu, Y., Qian, J., & Parker, S. K. (2021). Achieving effective remote working during the COVID-19 pandemic: A work design perspective. *Applied psychology*, 70(1), 16-59.
20. Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of personality and social psychology*, 54(6), 1063.
21. Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3), 225-240.